

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PERFORMANS TABANLI TASARIMA
BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIM**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Benan ŞAHİN KARAGÖZ

Bilişim Anabilim Dalı

Mimari Tasarımda Bilişim Programı

ARALIK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PERFORMANS TABANLI TASARIMA
BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIM**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Benan ŞAHİN KARAGÖZ

(523131016)

Bilişim Anabilim Dalı

Mimari Tasarımda Bilişim Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr.Yüksel DEMİR

ARALIK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 523131016 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Benan ŞAHİN KARAGÖZ** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**PERFORMANS TABANLI TASARIMA BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIM**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Yüksel DEMİR**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yard. Doç. Dr. Aslı ÇEKMİŞ**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Yard. Doç. Dr. Togan TONG

Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **27 Kasım 2015**

Savunma Tarihi : **22 Aralık 2015**

Aileme ve Emir'e,

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim boyunca ve tez çalışmamda değerli vaktini, tavsiye ve anlayışını esirgemedi beni yönlendiren, bilgi ve birikimlerini aktaran, anlayışı ve hoşgörüsüyle bu çalışmayı gerçekleştirmemde büyük payı olan sevgili hocam, Sayın Doç. Dr. Yüksel Demir'e;

Yüksek Lisans Programına başlarken yaşadığım zorlukları aşmamda bana destek olan Sayın Doç.Dr. Leman Figen Gül'e, Prof. Dr. Gülen Çağdaş'a ve eğitimim boyunca emeği geçen diğer tüm hocalarıma;

Her konuda ilgi ve özveri göstererek her zaman bana destek olan, beni yetiştirip bugünlere gelmeme vesile olan anneme ve babama;

Tez sürecinde sürekli bana destek olan hayat arkadaşım Korkut Karagöz'e;

Sevgili arkadaşlarım Zeynep Baykal'a, Yusuf Reşat Güner'e ve her nefesimde kalbimde yaşatacağım manevi kardeşim Emir Hilmioğlu'na;

sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2015

Benan Şahin Karagöz

Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
1. TEZİN AMACI, KAPSAMI VE YÖNTEMİ	1
2. PERFORMANS TABANLI BÜTÜNLEŞİK TASARIM	5
2.1 Disiplinler Arası Ayrışma	5
2.2 Bilgi ve Teknoloji Çağında Yeniden Bütünleşme Çabaları	7
2.3 Durağan Tanımların Değişmesi ve Değişen Etkileşim Biçimleri	8
2.3.1 Topolojik dönüşümler ve homeomorfik biçimlenmeler	9
2.3.2 Zaman boyutunun ve performansın tasarım ile etkileşimindeki değişim .	10
2.3.3 Biçim ve performansın bütünleşik ilişkisi	15
2.3.4 Dördüncü boyutta zamanın ve “n” boyutta performansın tasarlama süreci ile bütünleşik ele alınmasının önemi.....	16
2.4 Bölüm Değerlendirmesi	19
3. PERFORMANS TABANLI TASARIMA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE PERFORMANS STRATEJİLERİ	21
3.1 Geleneksel Yaklaşım.....	21
3.1.1 Bernhard Franken BMW Pavilyonları	22
3.1.1.1 Projenin tasarım hedefleri	22
3.1.1.2 Bilişim araç ve ortamlarının kullanımı	22
3.1.1.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi	24
3.2 Tek bir performans hedefi ile tasarım	24
3.2.1 Foster & Partners, Swiss Re ve London Authority Headquarters Yapısı..	25
3.2.1.1 Projenin tasarım hedefleri	25
3.2.1.2 Bilişim Araç ve Ortamlarının Kullanımı	26
3.2.1.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi	29
3.3 Önce Analiz Edip Sonra Tasarlamak	30
3.3.1 Medya-TIC Ofis Binası, Barselona-İspanya	30
3.3.1.1 Projenin tasarım hedefleri	30
3.3.1.2 Bilişim araç ve ortamlarının kullanımı	31
3.3.1.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi	32
3.4 Performans Tabanlı Bütünleşik Tasarım.....	33
3.4.1 MAK Center of Art and Architecture yapısı, Kristina Shea	33
3.4.1.1 Projelerin tasarım hedefleri.....	33
3.4.1.2 Bilişim araç ve ortamlarının kullanımı	33
3.4.1.3 Dijital tasarım araç ve ortamlarının kullanımı	35
3.4.1.4 Tasarım süreci ve performans ilişkisi	35

3.4.2 CAP Ticaret Merkezi Yapısı, Karachi, Pakistan	36
3.4.2.1 Projelerin Tasarım Hedefleri	36
3.4.2.2 Bilişim Araç ve Ortamlarının Kullanımı	36
3.4.2.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi	38
3.4.3 Katar eğitim ve konferans merkezi	39
3.4.3.1 Projenin tasarım hedefleri	39
3.4.3.2 Dijital Tasarım Araç ve Ortamlarının Kullanımı	39
3.4.3.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi	40
4. (TASARIMIN PERFORMANSINI DEĞERLENDİRME AMACI İLE KULLANILAN) BİLİŞİM ARAÇLARI VE POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ.....	43
4.1 Üç Boyutlu Geometrik Modelleme	44
4.1.1 Kısmen Parametrik Araçlar	46
4.1.2 Parametrik Araçlar	47
4.2 Sonlu Elemanlar Yöntemi ve Analiz Araçları	47
4.2.1 Akışkan analizleri	48
4.2.1.1 Sıvı analizleri	49
4.2.1.2 Rüzgar ve hava akım analizleri	50
4.2.2 Strüktür analizleri	51
4.2.2.1 Statik analizler	51
4.2.2.2 Dinamik analizler	52
4.2.3 Elektromanyetik analizler	52
4.2.4 Termal analizler	53
4.2.5 Multi-fizik analizler	54
4.3 Benzetim Modelleri (Simülasyonlar)	54
4.3.1 Mimari tasarım amaçlı benzetim modelleri	55
4.3.2 Taşıyıcı sistem tasarımı amaçlı simülasyonlar	56
4.4 Bina Bilgi Modelleri	57
4.5 Optimizasyonlar	59
4.6 Bölüm Değerlendirmesi	60
5. BÜTÜNLEŞİK TASARIM ÖNERİSİ: TASARIM SÜRECİ VE PERFORMANSIN ENTEGRASYONU.....	63
5.1 Problemin Tanımı: Bir Kabuk Strüktür Örneği Üzerinden Performans Verilerinin Tasarım Kararları ile Entegre Edilmesi	63
5.2 Performans Tabanlı Bütünleşik Tasarım Süreci	64
5.3 Araç ve Yöntemler	64
5.3.1 Çok amaçlı optimizasyon	64
5.3.2 Genetik algoritmaların çok hedefli problem çözümünde kullanılması	66
5.3.3 Sonlu elemanlar yöntemi (k-means algoritmaları)	67
5.4 Varsayımsal Sistemin Oluşturulması	68
5.4.1 Performans hedeflerinden geri besleme alınması	76
5.4.1.1 Tek hedefli optimizasyon çalışması	76
5.4.1.2 Çok hedefli optimizasyon çalışması	78
5.5 Bölüm Değerlendirmesi	79
6. SONUÇLAR.....	83
KAYNAKLAR.....	85
ÖZGEÇMİŞ	91

KISALTMALAR

BIM	: Building Information Modelling (Bina Bilgi Modellemesi)
BPM	: Building Performance Modelling (Bina Performans Modellemesi)
AIA	: American Institute of Architects
FEM	: Finite Elements Method (Sonlu Elemanlar Yöntemi)
FEA	: Finite Elements Analysis (Sonlu Elemanlar Analizi)
SMG	: Special Modelling Group
EESO	: Extended Evolutionary Structural Optimization
CAD	: Computer Aided Design
CAM	: Computer Aided Manufacturing
ETFE	: Etilen Tetra Flor Etilen

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1(a) : Performans-araç-süreç ilişkisinin incelenmesi	41
Çizelge 3.1(b) : Performans-araç-süreç ilişkisinin incelenmesi	42
Çizelge 4.1 : Kısmen parametrik bilişim araçları	46
Çizelge 4.2 : Parametrik bilişim araçları	47
Çizelge 4.3 : Farklı modelleme ve analiz araçlarının özellikleri	60

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Tezin genel strüktürü ve kavramsal haritası.....	28
Şekil 2.1: Topolojik dönüşümler (Barr, 2012).	9
Şekil 2.2 : Homeomorfik biçimlenmeler (Darling, 2003).	10
Şekil 2.3 : Saint Peter’s Dome asılı zincir modeli, 1748 (Url-1).....	11
Şekil 2.4 : Colonia Güell için geliştirilen füniküler model ,Gaudí, 1889-1914 (Url-2).	12
Şekil 2.5 : Betonarme kabuk, Frontón de Recoletos, Madrid,1935 (Url-3).	12
Şekil 2.6 : Frei Otto’nun sabun köpüğü modelleri (Url-4).	13
Şekil 2.7 : Fiziksel model ile biçim bulma, Frei Otto’nun asılı zincir modeli. (Wendland, 2001).	14
Şekil 2.8 : Multi Halle Mannheim yapısının kabuğu (Url-5)	14
Şekil 2.9 : Animasyon ortamında tasarım, Port Authority Otobüs Terminali. (Lynn, 2003)	16
Şekil 2.10 : Tasarlama süreci ve performansı değerlendirme sürecinin geleneksel ilişkisi.....	18
Şekil 2.11 : Tasarlama süreci ve değerlendirici süreçlerin bütünleşik ilişkisi	19
Şekil 3.1: Dynaform Pavyonu, B.Franken, ABB Architekten, Frankfurt, 2001 deforme edilmiş çizgiler matrisi (Url-6).	23
Şekil 3.2 : Biçim bulma çalışması, Bubble BMW Sergisi, Frankfurt, 2001. (Url-7)	23
Şekil 3.3 : FEM ve Gaussian analiz yöntemleri ile strüktürel, enerji ve akışkanlar dinamiği performans analizleri (Url-8).	24
Şekil 3.4 : Swiss RE Yapısı (Url-9).	25
Şekil 3.5 : Tasarım alternatifleri (Url-10).	26
Şekil 3.6 : Rüzgar simülasyonları ile biçim arayışı (Url-11).	27
Şekil 3.7 : BDSP çevresel performans analiz firması tarafından yapılan hava hareketi simülasyonu (Url-12).	27
Şekil 3.8 : Microstation ile geliştirilen City Hall London tasarımı (Url-13).	28
Şekil 3.9 : Norman Foster & Associates, London City Hall, Simülasyon Modeli, ARUP, 2002, Londra (Url-14).	28
Şekil 3.10 : ARUP , City Hall London Akustik Analizleri (Url-15).	29
Şekil 3.11 : City Hall London Yapısının Yarışma Projesi ve Performans Analizleri Sonrasındaki Değişimi (Kolarevic, 2003).	29
Şekil 3.12 : Media–TIC yapısının cephesi (Url-16).	30
Şekil 3.13 : Media–TIC yapısının taşıyıcı strüktürü (Url-17).	31
Şekil 3.14 : Media–TIC cephesinin güneş-gölge diyagramı ile simülasyonu (Url-19)	31
Şekil 3.15 : Media–TIC cephesinin hareketini sağlayan sistem (Url-18).	32
Şekil 3.16 : Hesaplamalı sentez, Kristian Shea’nin Münih Teknik Üniversitesindeki (2011) sunumundan uyarlanmıştır.	33

Şekil 3.17 : MAK Center of Art and Architecture, geliştirilmiş sonuç elemanlar kümesi (Shea,2005)	34
Şekil 3.18 : Eiform yazılımı kullanılarak Academie van Bouwkunst için geliştirilmiş üst örtü tasarımı (Url-20).....	35
Şekil 3.19 : Eiform’da üst örtü geliştirme sürecinde farklı en iyiye yakın çözümlerden bazıları (Url-20).	35
Şekil 3.20 : “Confluence of commerce” tasarım alternatifleri (Rahim, 2005).	36
Şekil 3.21 : IK ters kinematik zincir ile niceliksel ve niteliksel boyutların tasarım sürecinde değerlendirilmesi, mekan hiyerarşisi araştırması (Rahim, 2005).....	37
Şekil 3.22 : İnsan yönelimleri ve topografik verilerin animasyon ortamında etkileşmesi (Rahim,2005).....	38
Şekil 3.23 : Katar Eğitim ve Konferans Merkezi (Url-21).	39
Şekil 3.24 : EESO ile tasarım süreci (Burry,2012).	40
Şekil 3.25 : Strüktürel kesitlerin belirlenmesi (Burry 2012).....	40
Şekil 4.1 : Tel çerçeve geometrik modelleme yöntemi (Url-21).	44
Şekil 4.2 : 2, 2.5 ve 3 Boyutlu Temsil (Url-22).	45
Şekil 4.3 : 3 boyutlu katı modelleme ile temsil (Url-23).	45
Şekil 4.4 : NURBS ile temsil (Url-24).....	46
Şekil 4.5 : Sonlu Elemanlar Yöntemi ile geçit tasarımı, Lengfeld & Wilisch Archirects (Url-25).	48
Şekil 4.6 : Bir sıvının güzergahı üzerinde karşılaşılan türbülansın analizi (Url-26).	49
Şekil 4.7 : Sıvı akışı yüzünden taşıyıcılarda toplanan sediment analizi (Url-27).	49
Şekil 4.8 : Rüzgarın biçim üzerinde oluşturduğu etki analizi (Url-28).....	50
Şekil 4.9 : Sony Center yapısının atriyum tasarımının ARUP tarafından yapılmış rüzgar davranışı analizi (Url-29).	50
Şekil 4.10 : Ahşap bir strüktürün farklı biçimlerdeki taşıyıcı davranışları (Url-30).	51
Şekil 4.11 : Beton bir köprü strüktürünün deprem yükleri altında dinamik analiz araçları ile strüktürel performans analizleri (Url-31).	52
Şekil 4.12 : Elektromanyetik analiz araçları kullanılarak görselleştirilmiş elektromanyetik alan (Url-32).	53
Şekil 4.13 : Bina kesiti üzerindeki yaz mevsimi ısı dağılımının görselleştirilmesi (Url-33).....	53
Şekil 4.14 : İnsan hareketinden yola çıkarak, kullanıcı hareketi benzetim modeli (Url-34).....	56
Şekil 4.15 : Stuttgart Üniversitesi Araştırma Pavyonu Morfolojik İskelet Tasarımı Simülasyonu (Url-35).....	57
Şekil 4.16 : BIM ile çevresel performans analizi (Url-36).	58
Şekil 4.17 : Optimizasyon teknikleri (Url-37)..	60
Şekil 4.18 : Lineer (a) ve bütünleşik(b) performans analizi.	61
Şekil 5.1 : Pareto’nun optimum kavramı (Yanalak, 1997).	65
Şekil 5.2 : Karamba ile çizgilere taşıyıcı eleman özelliklerinin tanımlanması.	68
Şekil 5.3 : Karamba ile çizgilere taşıyıcı eleman özelliklerinin tanımlanması.	69
Şekil 5.4 : Farklı tasarım alternatiflerini oluşturan parametrik tanım.....	70
Şekil 5.5 : Parametrik sistemin ürettiği çeşitli alternatifler.....	71
Şekil 5.6 : Destek noktalarının ve çeşitlerinin belirlenmesi.	72
Şekil 5.7 : Malzeme özelliklerinin tasarımda kullanılması.....	73
Şekil 5.8 : Çelik malzeme ile kabuğun yük değişimlerine tepkisi ve deformasyon değerleri.....	74

Şekil 5.9 : Ahşap malzeme ile kabuğun yük değişimlerine tepkisi ve deformasyon değerleri.	75
Şekil 5.10 : Çelik kabuk için tek hedefli optimizasyon çalışması.	76
Şekil 5.11 : Çelik kabuk için tek hedefli optimizasyon çalışmasından elde edilen detay.	77
Şekil 5.12 : Ahşap kabuk için tek hedefli optimizasyon çalışması ve farklı alternatifler.	77
Şekil 5.13 : Çelik kabuk için minimum deformasyon ve minimum ağırlığa sahip olma performans hedefi.	78
Şekil 5.14 : Ahşap kabuk için minimum deformasyon ve minimum ağırlığa sahip olma performans hedefi.	79
Şekil 5.15 : Modelde uygulanan algoritma akış şeması.	80
Şekil 5.16 : Modelde kullanılan araçların performans hedefleri ile ilişkisi.....	81

PERFORMANS TABANLI TASARIMA BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIM

ÖZET

Son yıllardaki hızlı teknolojik gelişmeler hemen hemen bütün mesleki pratiklerin işleyişini ve algılanışını etkilemiştir. Bu değişimlerle birlikte, mimarlık pratiği ve mimarın rolü de radikal bir biçimde evrilmiştir. Hızlı teknolojik gelişmeler ve bilişim teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması ile dijital araçlar ve teknikler tasarımcının rolünü belirleyici birer faktör haline gelmiştir. Bilişim araçları, mimarın tasarım sürecinin ve tasarıma bakış açısının derin bir biçimde değişmesine sebep olmuştur.

Vitruvius *De architectura libri decem* kitabında mimarlığın üç temel niteliğini *firmitas*(sağlamlık), *utilitas*(kullanışlılık), *venustas*(estetik) olarak tanımlamıştır (Rowland ve Howe, 1999). Daha sonraki mimarlık kuramcıları, mimarlığın analizi, değerlendirilmesi, anlamının tartışılması ve eleştirilmesi adına farklı yöntemler ortaya koysalar bile, Vitruvius'un tanımı günümüzde hala mimari ürünün eleştirilmesi ve incelenmesi adına geçerli bir temel sağlamaktadır. Buna rağmen, günümüz mimari tasarım pratiğinde, mimarların ve mühendislerin rolü keskin bir biçimde ayrılmıştır. Mimar, yapının biçim ve fonksiyon (“utilitas”, “venustas”) gibi özelliklerinden sorumlu hale gelirken, mühendis matematiksel “firmitas” sorumluluğunu üstlenmiştir.

Günümüz mimarlık pratiğinde bilişim teknolojileri tasarımda önemli bir rol oynamalarına rağmen, performans verilerin tasarım süreci içerisinde düşünülmesi henüz yeterince yaygın bir anlayış değildir. Performans ve tasarımın ilişkisi, çoğunlukla bitmiş bir tasarım ürününün performansının bilişim araçları ile değerlendirilmesi şeklinde olmaktadır. Performansın geometrik olmayan yönlerini (ekonomik, çevresel, strüktürel vb.) henüz tasarıma dair kesin kararlar alınmamışken değerlendirmek, tasarım alternatiflerini ve sonuç ürünü etkileyip, tasarım sürecini değiştirebilir. Ayrıca, farklı disiplinlere ait bilgilerin entegre edildiği tasarım süreçleri, karmaşık problemlere getirilecek çözümleri daha tatminkâr hale getirebilmektedir. Bilişim araçlarının ayrılmış disiplinlere ait bilgileri bir araya getirmek amacıyla kullanılması, tasarım sürecindeki yaratıcılığı ve yenilikçiliği arttırarak süreci daha üretken bir hale getirebilir. Performansa dair değerlendirmelerin temel düzeyde bir hâkimiyetle tasarımcı tarafından tasarım süreci ile eş zamanlı ve küçük iterasyonlar ile yapılması, performansı biten bir ürünün değerlendirilmesi olmaktan ziyade tasarım kararlarını yönlendirici bir boyut olarak ele almayı sağlayarak bütünsel süreçleri destekleyecektir.

Tüm bu tartışmalar ve incelemeler ışığında ortaya bir sentez koyularak, var olan bilişim araçları kullanılarak bütünsel bir tasarım önerisi yapılmıştır. Bu öneri anlatılanların sentez bir modeli olacak şekilde kurgulanmıştır. Ortaya koyulan sentez ile bilişim araçlarının ve farklı disiplinlere ait bilgilerin tasarım süreçlerine dahil edilmesi yaklaşımı, daha yaratıcı ve yenilikçi ürünlerin oluşturulmasına katkı

sağlamakta ve süreçlerin üretkenliğini güçlendirmektedir. Öte yandan bütünleşik tasarım süreçleri, karmaşık karakteristik gösteren tasarım problemlerine getirilecek önerilerin üretilmesinde de avantajlı konuma geçmektedirler.

Anahtar kelimeler: performans, performans tabanlı tasarım, bilişim araçları, bütünleşik tasarım, performans tabanlı bütünleşik tasarım

INTEGRATED DESIGN APPROACH TO PERFORMANCE BASED DESIGN

SUMMARY

In recent years, rapid technological advances have affected the operation and perception of almost all professions. With these changes, the practice of architecture and the architect's role have evolved radically too. The expansion of digital devices with rapid technological developments and the use of information technologies and techniques has become a factor determining the role of the designers. Digital tools has led to a profound change in design process and in the architect's point of view for design.

Vitruvius defines the three basic qualities of architecture in the book *De architectura libri decem* as *firmitas* (durability), *utilitas* (usability), *venustas* (aesthetics) (Rowland and Howe, 1999).

Even though architectural theorists exert their different ways on criticisms and evaluation of architecture, Vitruvius definition still provide a valid basis today on behalf of criticism and examination of architectural products. However, in the current practice of architectural design, the role of architects and engineers are sharply separated. Architects became responsible for features such as, building function and form ("utilitas", "venustas") while engineers were taking the mathematical "firmitas" responsibility.

Despite the fact that information technology play an important role in today's architectural design practice, the use of building performance data in the early stages of design process is not yet common. The relationship between performance and design is mostly in the form of using digital tools to evaluate the performance of a finished design product. However, using the non-geometric aspects of performance (economic, environmental, structural, etc.) in the early stages of design process may affect design alternatives and the final product may by altering the design process.

In addition, the design process that integrates information of different disciplines can provide more satisfactory solutions to complex problems. The use of digital tools to bring together the information that belongs to disciplines may increase creativity and innovation in the design process and can make it more productive. Assessment of performance concurrently with the design process by designers with the basic knowledge of performance evaluation with small iterations makes the term performance the router design decisions rather than evaluator of a finished end product.

The concept of the performance is seen to comprise a wide meaning in the literature. The main objective of building performance is defined by American Association of Architects (AIA) as : "To ensure the efficiency of buildings with functional and environmental characteristics; such as thermal, atmospheric, acoustic and visual quality etc. [...] the integrity of the building and to provide organizational

effectiveness; flexibility, endurance, structural and fire safety, [...] to ensure equitable resource use efficiency and ensure compliance with the urban fabric and the built environment; materials, land, water, energy, waste, infrastructure and so on.

Performance concept is a basic issue of contemporary architectural theory and practice. Building performance and behavior of designer can be important forces in the design process and cannot be considered as a duty to be applied later on.

Performance-Based Design can be defined as a design paradigm whose primary objective is to meet functional, environmental, safety, and structural, financial vs. requirements of building performance. Digital tools such as optimization and simulation tools etc. are the main design tools.

Generative Design on the other hand, can create a variety of design solutions thanks to algorithmic and rules-based processes. Cellular automata, L-systems, shape grammars and generative design systems are used as main design methods and used as a form finding method.

Recently, there appears a new design paradigm called Performance-based Generative Design. As the name suggests, it involves the two design paradigms that previously mentioned. In Performance-based Generative Design, both building performance and form are the governing factors of design development. Indeed, Performance-based Generative Design is a design paradigm which benefits from the guidance of performance data across different disciplines, digital tools, generative systems, simulation techniques and optimization algorithms.

However, it is quite obvious by examining the results of the work in this area that reducing performance goals to a single discipline is a common attitude to Performance-based Design. An integrated design approach that addresses integrated multiple building performances from different disciplines can fill this gap. In this case, Generative Performance-based Design approach is required to be evaluated as Generative Performance-based Integrated Design.

The relationship between form and building performance may be in different ways. It has been one of the main issues of architectural theory and practice throughout history. This discussion is based on the fact that architectural design is both science and art. Consequently, design must meet both aesthetic and functional requirements.

In this thesis, the term "integrated" is taken not as a geometric representation of an object alone. On the contrary, the term targets integral design solutions and addresses form and performance duality which turns to be a synergy through multiple effects and behaviors. An alternative design approach to deal with multiple building performances is recommended.

More specifically, integrated design is viewed in terms of both of discovery forms and analysis of building systems simultaneously in the early stages of design to meet the performance and efficiency criteria from different disciplines.

The use of integrated design approach is believed to be potential benefits too. For example, the net increase was in the number of design scenarios and alternatives, improve the overall design concept, suggesting the emergence of a multi-disciplinary cooperation, reduction of iterations in the design cycle can be some of them. In addition, Integrated Performance Based Design can help to reach new levels complexity and provide emergence possibilities.

The potential benefits should not lead to the conclusion that this approach has no difficulties or weaknesses. Actually, many changes may be needed for the fulfillment of an integrated design approach. However, the problem and the hypotheses are envisaged within the scope of this thesis as described below.

Problem: The relationship between performance and design occurs as in the form of evaluating the performance of a finished product design as a common attitude.

Hypothesis: There is a need for a design environment in which all aspects of performance are needed to be evaluated (by using digital tools) in the early stages of the design process. Performance evaluation of design decisions (predominant in basic level) without the need for a third expert, with small iterations will enable an integrated design processes and richer design cluster. Thinking the term performance not as an evaluator of already finished process, but as a router design evolution can affect design decisions by showing the designers different results.

In this study, firstly the decomposition of different disciplines, and reintegration efforts in the era of information and technology and the changing forms of interaction between designer and design as a result of introduction of digital tools into the design concept were discussed.

Next, contemporary approaches to Performance-based Design and performance strategies of designers are examined through the designer's project in Performance-based Design literature between the years 2010-2015. The three basic questions asked to the examples are as follows: What are the project's design goals? How they use digital tools to evaluate the performance? How performance-design process relationship is handled? In this chapter, "performance-process-tools" have discussed.

An integrated design proposal is put forward using existing digital tools in the light of a synthesis of all these discussions and investigations. Synthesis of this proposal is expected to be a model for integrated performance based design process. The synthesis set forth by information from different disciplines to be included in the design process with the help of digital tools and approaches, led to the creation of more creative and innovative products, strengthen the productivity of the process and support an integrated design process. Additionally, integrated design processes take the advantageous position in the production of proposals brought to complex design problems.

Keywords: performance, performance-based design, digital tools, integrated design, performance-based integrated design

1. TEZİN AMACI, KAPSAMI VE YÖNTEMİ

Literatürde performans kavramının çok geniş anlamlar içerdiği görülmektedir. Amerikan Mimarlar Birliği'ne (AIA) göre bina performansının temel amacı:

“Binaların fonksiyonel ve çevresel özellikleri ile tek başına etkinliğini sağlamak; mesela ısı, atmosferik, akustik ve görsel kalite vb., [...] binaların bütünlüğü ve örgütsel etkinliğini sağlamak; esneklik, dayanıklılık, strüktürel ve yangın güvenliği, [...] adil kaynak kullanımı ile etkinlik sağlamak, kent dokusu ve yapı çevre ile uyumu sağlamak; malzemeler, toprak, su, enerji, atıklar, altyapı vb.” olmaktadır (Bullen, 2008).

Performans kavramı, güncel mimarlık teori ve pratiğinin temel bir konusudur. Performans ve bina davranışı tasarım sürecinde önemli bir yönlendirici olabilir ve sadece bir biçime daha sonradan uygulanacak zorlama bir görev olarak düşünülemez.

Performans Tabanlı Tasarım ise, öncelikli amacı fonksiyonel, çevresel, güvenlik, yapısal, finansal vb. bina performanslarını veya gereksinimlerini karşılamak olan bir tasarım paradigması olarak tanımlanabilir. Bilişim araçları (optimizasyon ve simülasyon vb.) başlıca tasarım araçları olmaktadır.

Üretken Tasarım ise, algoritmik, kural tabanlı süreçler sayesinde çeşitli tasarım çözümleri oluşturabilmektedir. Hüresel özdevinim, L sistemler, biçim gramerleri vb. üretken tasarım sistemler başlıca tasarım yöntemleridir ve biçim bulma çalışmalarında kullanılmaktadır.

Son zamanlarda, *Performans Tabanlı Üretken Tasarım* olarak adlandırılan bir tasarım paradigması karşımıza çıkmaktadır. Adından da anlaşıldığı gibi, daha önce bahsedilen iki tasarım paradigmasını birlikte içermektedir. Performans Tabanlı Üretken Tasarımda, hem biçim hem de bina performansları tasarımın oluşmasını yönlendiren faktörler olmaktadır. Nitekim, performans tabanlı üretken tasarım farklı disiplinlere ait performans verilerinin rehberliğinde, bilişim araçlarının, üretken sistemlerin, simülasyon teknikleri ve optimizasyon algoritmaları gibi yöntemlerin kullanıldığı bir tasarım paradigması olmaktadır. Bununla birlikte, bu alandaki

Çalışmaların incelenmesi ile ulaşılabilecek sonuç tasarımıları tek bir disiplinin performans hedefini karşılamaya yönelik yapmanın yaygın bir anlayış olmasıdır.

Ancak, bütünleşik tasarım yaklaşımı, farklı disiplinlerden birden fazla bina performansının bütünleşik olarak ele alınmasıyla bu boşluğu doldurabilir. Bu durum, Performans Tabanlı retken Tasarım yaklaşımını *Bütünleşik Performans Tabanlı retken Tasarım* olarak ele almayı gerekli kılmaktadır.

Biçim ve bina performansı arasındaki ilişkiler farklı şekillerde olabilmektedir. Bu durum, tarih boyunca mimarlık teori ve pratiğinin ana konularından birisi olmuştur. Bu tartışma, mimari tasarımın bilim ve sanat olma gerçeğine dayanmaktadır. Sonuç olarak, tasarımın hem estetik hem de fonksiyonel gereklilikleri karşılaması gerekmektedir.

Bu tez kapsamında “bütünleşik” kavramı, biçimin bir objenin tek başına geometrik temsili olarak değil, çoklu etki ve davranışlarla ele alınması, biçim ve performans ikililiğinin ayrılmaz tasarım çözümleri hedefleyen bir sinerjiye dönüşmesi olarak değerlendirilmektedir. Birden fazla bina performansı ile başa çıkmak için alternatif bir tasarım yaklaşımı önerilmektedir. Daha ayrıntılı olarak bütünleşik tasarıma, hem biçim keşfi hem de performans verimliliğini karşılamak için farklı disiplinlere ait bina sistemlerinin aynı anda analiz ve değerlendirmesinin tasarım sürecinin erken evrelerinde yapılması çerçevesinden bakılmaktadır.

Bütünleşik tasarım yaklaşımının kullanılmasının potansiyel faydalarının çok olabileceği düşünülmektedir. Mesela, dşlnmş tasarım senaryoları ve alternatifleri sayısındaki artış, genel tasarım anlayışının geliştirilmesi, çok disiplinli işbirliğinin ne çıkması, tasarım döngüsündeki iterasyonların azalması bunlardan bazıları olabilir. Ayrıca, *Bütünleşik Performans Tabanlı retken Tasarım* yeni karmaşıklık (complexity) seviyelerine ulaşmayı ve beliren (emergent) yeni tasarımların ortaya çıkmasını sağlayabileceği düşünülmektedir.

Potansiyel faydalar, bu yaklaşımın hiçbir zorluğunun veya zayıf yönünün olamadığı sonucunun çıkarılmasına yol amamalıdır. Fiilen, bütünleşik tasarım yaklaşımının yerine getirilebilmesi için birçok değişime ihtiyaç olabilir. Ancak, bu tez kapsamında problem ve hipotez aşağıda tanımlandığı gibi öngörülmüştür.

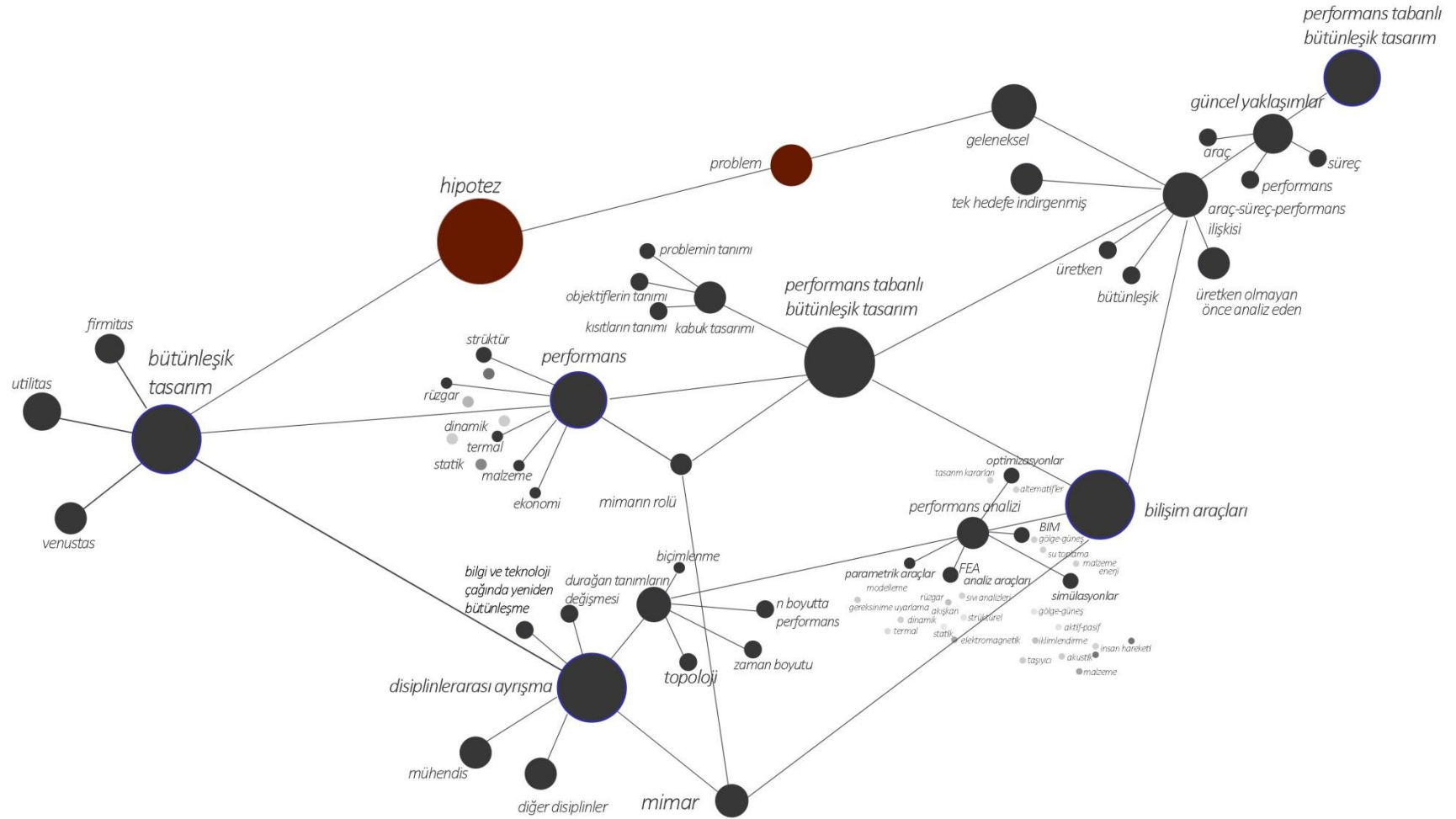
Problem: Performans ve tasarımın ilişkisi, bitmiş bir tasarım ürününün performansının değerlendirilmesi şeklinde olmaktadır.

Hipotez: Performansın tüm boyutlarını tasarlama süreci devam ederken (bilişim araçlarını kullanarak) değerlendirebilecek bir tasarım ortamına ihtiyaç vardır. Tasarım kararları ve performans ile ilgili değerlendirmelerin (temel düzeyde hakimiyetle) üçüncü bir uzmana gerek duyulmadan, eş zamanlı olarak ve küçük iterasyonlarla yapılması, bütünlük tasarım süreçlerini ve daha zengin tasarım kümeleri oluşturulmasını sağlayacaktır. Performansı biten bir sürecin değerlendiricisi olarak değil, tasarım kararlarını yönlendirici bir boyut olarak ele almak, tasarımcıya farklı sonuçlar göstererek tasarım kararlarını etkileyebilir.

Bu çalışmada öncelikle disiplinlerarası ayrışma, bilgi ve teknoloji çağında yeniden bütünleşme çabaları ve bilişim teknolojilerinin tasarım pratiğine girmesi ile değişen etkileşim biçimlerinin performans kavramına yansımaları ele alınmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde, performans tabanlı tasarıma tasarımcıların güncel yaklaşımları ve performans stratejileri, literatürde performans tabanlı tasarım yaptıklarını dile getirilen, ancak performansa dayalı tasarım söylemleri benzerlikler ve farklılıklar gösteren tasarımcıların projeleri üzerinden, üç farklı soru sorularak incelenmiştir. Bunlar; Projenin tasarım hedefleri nelerdir? Tasarımcılar bilişim araçlarını nasıl kullanıyorlar ve kullanarak neyi test ediyorlar? Performans-süreç ilişkisi nasıl ele alınmıştır? sorularıdır. Tezin bu bölümünde, literatürde performans tabanlı tasarım ile öne çıkan projeler üzerinden “performans-süreç-araç” ilişkisi incelenmiştir.

Daha sonraki bölümde, performansa dayalı tasarım amacı ile kullanılan bilişim araçları ve potansiyelleri incelenerek, çıkarımlar bir önceki bölüm ile birlikte değerlendirilmiştir. Bu çapraz değerlendirme sonrasında, tasarım performansının farklı boyutlarının, tasarlama süreci ile bütünlük olarak ele alınması, farklı disiplinlere ait bilgilerin bir arada kullanılmasına olanak sağlayan çeşitli bilişim araçları bir arada kullanılarak geliştirilen öneri ile bu bilgilerin tasarlama aşamasında kullanılması test edilerek, bunların süreçteki rolü ve etkisi tartışılmıştır. BIM’in farklı şirketler ve aynı kaynakları kullanan farklı disiplinler (daha çok müteahhitler ve mal sahipleri) arasında iletişim ve koordinasyon sağlamak amacı ile yararlı bir araç olduğu gerçeği inkar edilemez. Ancak, adından da anlaşılacağı gibi bu aracın temel geliştirilme amacı Bina Bilgi Modellemesi olmaktadır. Dolayısıyla, BIM erken tasarım aşamasında tasarım yapmak için kullanılacak bir araç olmaktan ziyade bir modelleme aracı olarak değerlendirilmiştir ve kapsam dışı tutulmuştur.



Şekil 1.1: Tezin genel strüktürü ve kavramsal haritası

2. PERFORMANS TABANLI BÜTÜNLEŞİK TASARIM

Tarihsel süreç içerisinde mimarların ve mühendislerin rolünün keskin bir biçimde ayrılmasıyla, tasarımın performans boyutu ve tasarlama süreci ilişkisinin de mimarların ve mühendislerin rolü gibi ayrışması söz konusudur. Ancak, bilişim ve diğer teknolojik gelişmeler ile birlikte, farklı disiplinlere ait bilgilerin bütünleşmesi için çalışmalar başlatılmıştır. Bu sebeple mimari ürünlerin süreçlerine dahil olması gereken, tasarım performansına dair farklı disiplinlere ait bilgilerin bütünleşik olarak ele alınması son zamanlarda önem kazanan bir konu olmaktadır.

2.1 Disiplinler Arası Ayrışma

Çağlardır, mimar olmak aynı zamanda yapı ustası olmak anlamına gelmiştir. Mimarlar, sadece mekânsal tasarım yöneticileri değil, aynı zamanda bir yapının tasarımından inşa sürecine kadar her aşamasının yöneticileri olmuştur. Yapım tekniklerine dair bilgiler, her zaman tasarım bilgisi de olmuştur. Aynı zamanda, tasarım bilgisi, her zaman yapım tekniği bilgisi olmuştur.

Antik yunanda tekton adı verilen yapı ustalarından beri ustalar, yapılarının biçimleri, malzemeleri, üretim teknikleri gibi farklı boyutlarını bütünleşik olarak düşünmüşlerdir. Tektonlar, antik yunanda temel yapı malzemesi olan taşın ustası olduklarından dolayı yapı inşasında ve tasarımında en önemli görevi üstlenmişlerdir. Temel yapı malzemesi seçeneklerinin genişlemesi ve yapım teknikleri daha ayrıntılı hale gelmesi ile birlikte, ortaçağ ustaları giderek daha karmaşık üretim sürecine girerek, bu süreçleri entegre eden mimarlara (master builder) dönüşmüştür. Ancak, yapı ustalarının bütünleşik süreçlerdeki rolü Rönesans döneminin sosyal, kültürel ve ekonomik değişimleri sonucunda etkisini kaybetmeye başlamıştır (Davis,1999).

Örneğin, ünlü Rönesans mimarı Leon Battista Alberti, mimarları ve sanatkârları nitelikli entelektüel eğitimleri dolayısıyla yapı ustaları ve zanaatkârlardan ayrı tutmuştur. Alberti'nin teorisi, mimarlığın ruhunun inşa bilgisinden ayrı tutulması

gerektiği yönünde olmuştur (Alberti, 1988). Mimarlıkta disiplinler arası bilgi ayrışmasının geç Rönesans dönemine perspektif temsillerin ve ortogonal çizimlerin binalar hakkında bilgi ve iletişim aracı olarak kullanılmaya başlanmasıyla ortaya çıktığı düşünülmektedir (Kolarevic, 2003).

Ortaçağ yapı ustaları (master builder) , fikirlerini test etmek, anlatmak veya iletişim kurmak amacı ile çok az model ve çizim kullanmışlardır ve diğer ustalar ile direkt olarak sözlü iletişim kurmuşlardır. Bu durum, mimarın iş sahasında sürekli varlığını gerektirse bile, bina yapım sürecinin her aşamasında sorunsuz bilgi alışverişini sağlamıştır. Alberti'nin mimarları ustalardan ayırması, zanaatkârlar ile iletişimi sağlamak amacı ile bilginin dışsallaştırılması ve plan, kesit, görünüş gibi ortografik soyutlamaların kullanılması ihtiyacını doğurmuştur. Bunun sonucunda, mimarların tasarlamış oldukları binaların inşasını denetlemek için iş sahasında sürekli mevcut olması durumuna gerek kalmamıştır. Bu dönemde bilgi alışverişini sağlayan çizimlerin, 19. yüzyılın ortalarında kontrat dokümanı haline gelmesi, mimarlık ve mühendislik arasındaki ayrışmayı daha da ileri bir seviyeye taşımıştır (Kolarevic, 2003).

Müteahhitliğin ve mühendisliğin ortaya çıkması da mimarlık mesleğinde günümüzdeki bilgi ayrışmasının oluşmasına sebep olan önemli etkenlerdir. Böylece, bina yapım sürecinde mimarlar ve diğer disiplinler arasındaki ilişkiler, sorumlulukları ve yükümlülükleri açıkça belli etmek amacı ile sözleşme ile tanımlanmış hale gelmiştir. Bu değişimlerin sonucunda mimar (binanın tasarımcısı) ve yüklenici (tasarımın yürütücüsü) arasındaki ilişki hukuki ve tamamen kodlanmış bir hal alarak sadece finansal bir ilişkiye dönüşmesine sebep olmuştur.

Davis'e (1999) göre, 19. yüzyılın sonlarında hala bina yapım sürecini başından sonuna kadar kontrolü altında tutan, her detay, malzeme, işçilik, yüklenicilerin sorumlulukları hakkında son söze sahip olmaya çalışan mimarlar bulunmaktadır. Ancak, mimarlar tüm kontrolü kendi üzerlerine almaya çalıştıkça diğer disiplinler ile aralarındaki mesafe büyümüştür. “ Sistem büyüdükçe yüklenicinin rolü giderek artmıştır ve mimarın zanaatkârlar ile iletişimi zayıflamıştır” (Davis, 1999).

Mimarlar hiyerarşik kontrol yapısının en üstünde olmalarına rağmen, rolleri sözleşme belgeleri tarafından açıkça tarif edilmiştir. Mimarın sahadaki görevi (usta mimarların eskiden yaptığı gibi) tüm süreci şekillendirmek yerine, verilen inşa belgelerine yüklenici firmanın uyumunu kontrol etme gibi bir göreve dönüşmüştür.

Dolayısıyla tasarım, inşadan kavramsal ve hukuki olarak ayrı düşünölmeye başlamıştır ve inşa sürecinden ayrıışmıştır. Bunun sonucu olarak mimarlık mesleği eski bütünleştirici anlamını yitirerek sadece tasarım kenar çizgisi üzerinden algılanmaya başlanmıştır. Ancak, tasarım çok boyutlu bir olgudur ve günümüzde farklı disiplinlere devredilen bilgilerin tasarlama sürecinden ayrı düşünölmemesi gerekmektedir.

2.2 Bilgi ve Teknoloji Çağında Yeniden Bütünleşme Çabaları

Rönesans dönemiyle birlikte çizim ile bilginin temsil edilmesi ve farklı disiplinlerin farklı bilgilerden sorumlu olması gerekliliğinin disiplinler arası bilgi ayrışmasına sebep olduğu tartışmalı bir konudur. Ancak, günümüz mimarlığının karmaşıklığı ve gereklilikleri düşünöldüğünde farklı disiplinlere ihtiyaç olduğu ve mimarın artık tek sorumlu otorite olamayacağı kesindir.

Gemi ve uçak inşası gibi endüstrilerde bakıldığında çoğunlukla tasarım ve inşa bilgisinden sorumlu otoriteler ayrıışmamıştır. Bu durumun sebebi çizimler üreterek tasarım bilgisini dışsallaştırmak zorunda olmayışlarıdır. Çünkü bu endüstrilerde dijital olarak temsil edilen tasarım bilgisi üzerinden değerlendirme yapılabilmektedir ve bu bilgi aynı zamanda da üretim bilgisi olarak kullanılmaktadır (Kolarevic, 2005). Bu sayede tasarım, değerlendirme ve üretim bilgileri arasında bütünleşik bir ilişki kurulmuş olmaktadır.

Bilişim çağında, mimarlık disiplini de birçok disiplindeki benzer gelişmelerden etkilenmiştir. Bilişim teknolojileri sayesinde temsil edilen tasarım bilgisi aynı ortamda değerlendirilip farklı disiplinlere ait bilgileri kapsayabilmektedir. Dolayısıyla, bilişim teknolojilerinin mesleki sınırlar ötesinde kullanılması ile birlikte mimarlık ve diğere disiplinler arasında yeni diyaloglar ve sinerjiler kurulmaya başlanmıştır. Dijital araçların çizim ve modelleme dışındaki çalışma prensiplerinin tasarımcılar tarafından da kullanılmaya başlanması, tasarımın algoritmik kontrolü, performansının değerlendirilmesi, farklı bilgi türlerinin tasarım içerisinde temsil edilmesi gibi olanaklara yol açarak, tasarlama sürecinin bu gelişmelerden etkilenmesine neden olmuştur.

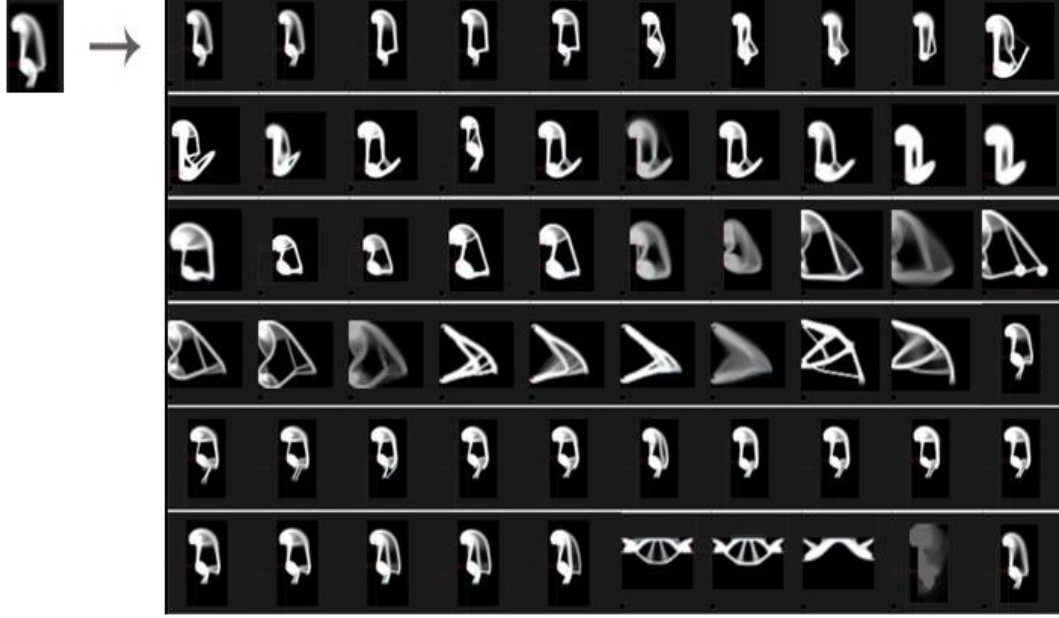
2.3 Durağan Tanımların Değişmesi ve Değişen Etkileşim Biçimleri

Tasarımcılar temsili, fikirlerini geliştirmek, ifade etmek, yeniden yorumlamak amacı ile her zaman kullanmışlardır. Bilişim araçları hayatımıza girmeden önce, mimari tasarımın temsil ortamı yaygın olarak kâğıt ve fiziksel modeller olmuştur. Bilgisayar ortamının mimarlık alanına girmesinden sonra ise, bu ortamın ağırlıklı olarak kullanımı sunum ve çizim amaçlı olmuştur. Yani bu ortam, mimarlık alanına ilk olarak tasarlama amaçlı değil, önceden yapılmış tasarımları çizme ve sunma amaçlı girmiştir. Temsil ortamlarının tasarlama eylemi ile ilişkisi düşünüldüğünde, bilgisayar ortamının sadece çizimde sağladığı kolaylıklar ve gelişmiş grafik olanakları öne çıkan özellikler olmuştur. Bunun sebebi, tasarlama sürecine dijital ortamının kendi doğası ve mimari bilgiyi üretme yeteneğinin dahil edilmemiş olmasıdır.

Günümüzde ise bilgisayar, temsil etmenin ötesinde bir ortam sunmaktadır. Bu ortam, geleneksel tasarım ortamlarından farklı imkânlarla sahiptir. Kâğıt ortamında 2 boyutlu çizgilerden, makette 3 boyutlu biçim ve mekânlardan bahsedilebilirken, dijital ortamda 4. boyutta zaman ve “n” boyutta performanstan bahsetmek mümkündür. Bu durumda, tasarımcının kâğıt ortamıyla olan etkileşimi ile bilgisayar ortamı ile olan etkileşimi birbirlerinden farklı olmaktadır. Oxman’a (2007) göre dijital ortamın tasarıma katılmasıyla dönüşen etkileşim biçimleri dört farklı şekilde olmaktadır:

- Dijital olmayan temsil ile etkileşim: Tasarımcının, eskiz, çizim, maket gibi araçlarla tasarlanan objenin temsili ile doğrudan etkileşimidir.
- Dijital temsil ile etkileşim: Tasarımcının geleneksel çizim aracı olarak kullanılan dijital ortamlarda oluşturulan eskiz, çizim veya modelle olan etkileşimidir.
- Bir sistem tarafından oluşturulan dijital temsil ile etkileşim: Tasarımcının, dijital ortamda tanımlanmış kurallar ve ilişkiler aracılığıyla türetici mekanizmalar tarafından oluşturulan tasarım ile girdiği etkileşimdir. Üretken tasarım yöntemleri buna örnek olarak gösterilebilir. Tasarımcı, bir takım kurallar ve ilişkiler ile tanımlanmış dijital sistem ile etkileşim içindedir.
- Tasarımcının dijital ortamın operatörü olduğu etkileşim: Tasarımcının, kural ve ilişkileri dış etkilerin şekillendirmesi ile yönettiği etkileşim biçimidir. Örneğin,

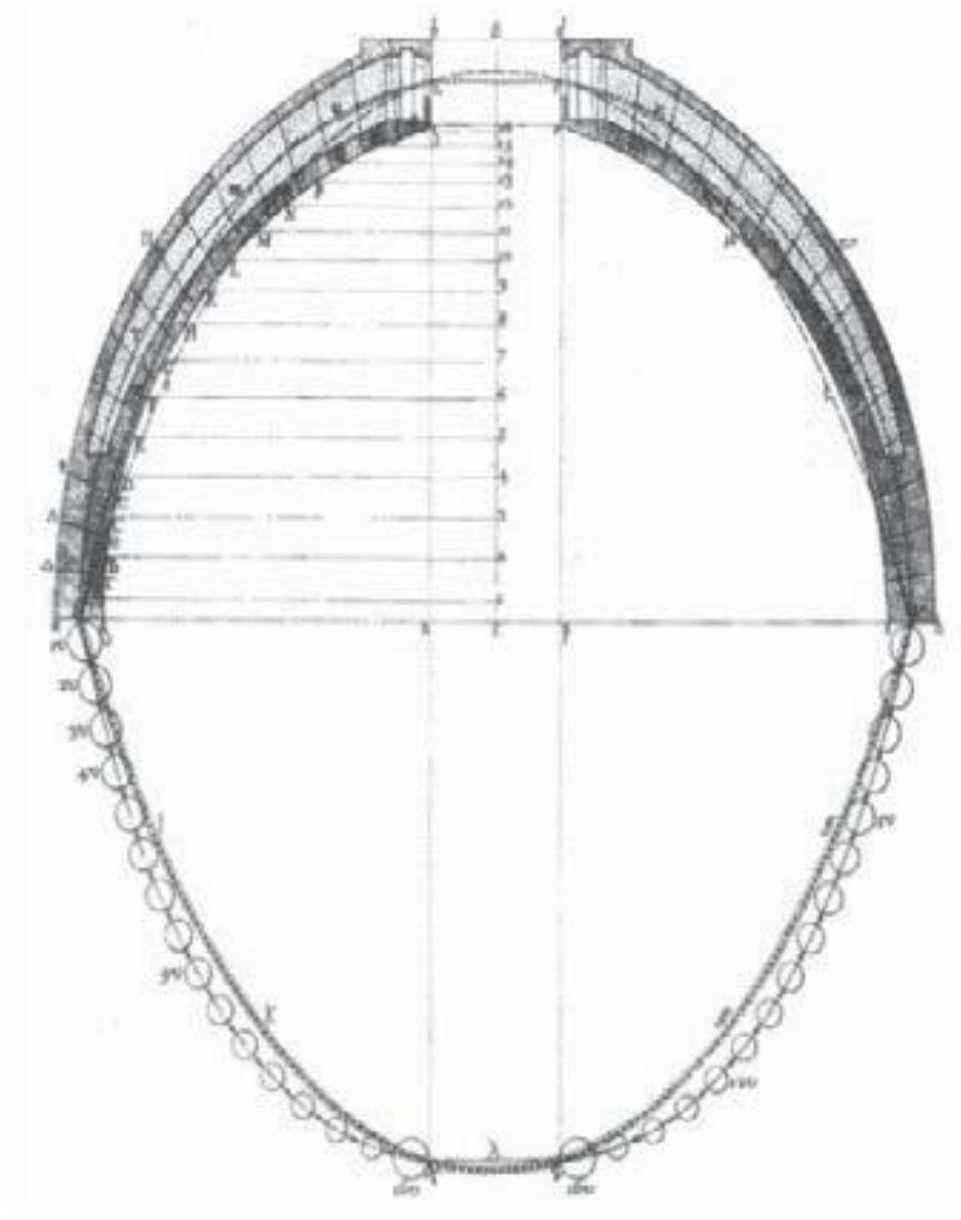
olarak görülmektedir. Bilgisayar teknolojilerine bağlı olarak biçimin homeomorfik türevlerinin çoğaltılması, tasarımda topolojik düşüncenin temel eylemi olmaktadır (Darling, 2003).



Şekil 2.2 : Homeomorfik biçimlenmeler (Darling, 2003).

2.3.2 Zaman boyutunun ve performansın tasarım ile etkileşimindeki değişim

Bilişim araçlarının henüz kullanılmadığı dönemlerde de performans, tasarımının yönlendirici bir unsuru olarak düşünülmüştür. Robert Hooke'un 1675 yılında kemer tasarlamak için asılı zincir yöntemini performansa dayalı biçim bulmak için geliştirmesi, mimarlıkta performansın tasarımın yönlendirici unsuru olarak kullanılmasının erken örneklerindendir (Şekil 2.3). Bu deneyimlere dayanarak ters zincir eğrisi teoremi geliştirilmiştir. Bu teoreme göre: “kemer, kubbe gibi yapılar sıkıştırma (compression) ile çalışan yapılar olduklarından dolayı bu yapıların strüktürel performansları ölçeklerinden bağımsızdır ve gerçek strüktür yapılırken ölçek orantılı olarak değiştirilebilmektedir” (Heyman, 1999). Asılı zincir modeli daha sonra farklı mimari deneyler ve projeler için kullanılmıştır. Örneğin, 1748 yılında, Poleni Aziz Petrus Bazilikası'nın kubbesine strüktürel dayanıklılığını kanıtlamak için onun girişimi bu sistemi uygulamıştır (Şekil 2.4). Ayrıca, bu gelişmeler Antonio Gaudi'nin beton kabuklar ve Frei Otto tarafından oluşturulan yenilikçi, hafif yapıların geliştirilmesi çalışmalarında kullanılmıştır (Larena, 2009).



Şekil 2.3 : Saint Peter's Dome asılı zincir modeli, 1748 (Url-1).

Gaudi ise, asılı zincir modelini daha ileriye götürerek geliştirdiği 3 boyutlu funiküler sistem ile karmaşık üç boyutlu yapılar tasarlamak için kullanmıştır (Şekil 2.4).

Gaudi, yapıyı funikülerin üzerini malzeme ile kaplayarak, ağırlıklar asarak ve bazen funikülerleri oynatarak tasarladığını, tasarımın bu şekilde ortaya çıktığını belirtmiştir (Miracle, 2002). Betonarmenin icadından sonraki dönemlerde karmaşık yapıların daha kolay inşa edilebilmesi ile birlikte, Pier Luigi Nervi, Eduardo Torroja, Felix Candela, Ove Arup, Nicolas Esquillan gibi mimarlar ve mühendisler betonarmenin strüktürel performansı ve malzeme özelliklerini kullanarak yenilikçi tasarımlar ortaya koymuşlardır.



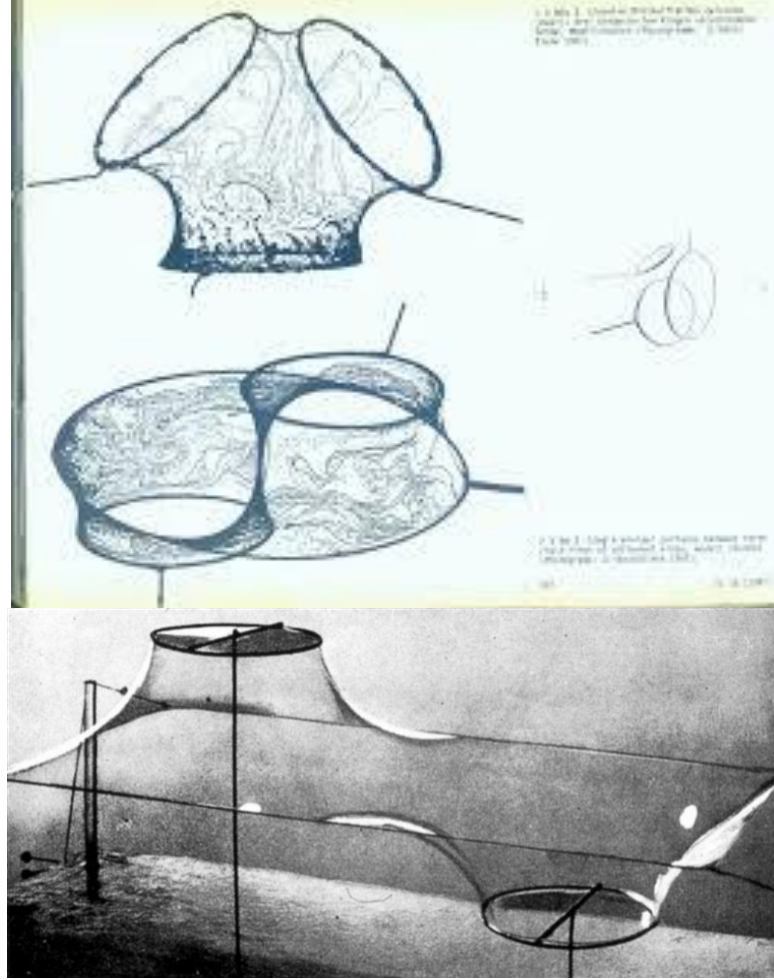
Şekil 2.4 : Colonia Güell için geliştirilen funiküler model ,Gaudí, 1889-1914 (Url-2).



Şekil 2.5 : Betonarme kabuk, Frontón de Recoletos, Madrid,1935, (Url-3).

Örneğin, Torroja malzeme performansını tasarımın yönlendiricisi olarak kullanarak 1935 yılında 55 metre uzunluğunda beton bir kabuk tasarlamıştır. Bu bütünleşik ilişki sayesinde Frontón de Recoletos yapısı o dönem için yenilikçi bir kabuk tasarımı olmuştur (Şekil 2.5).

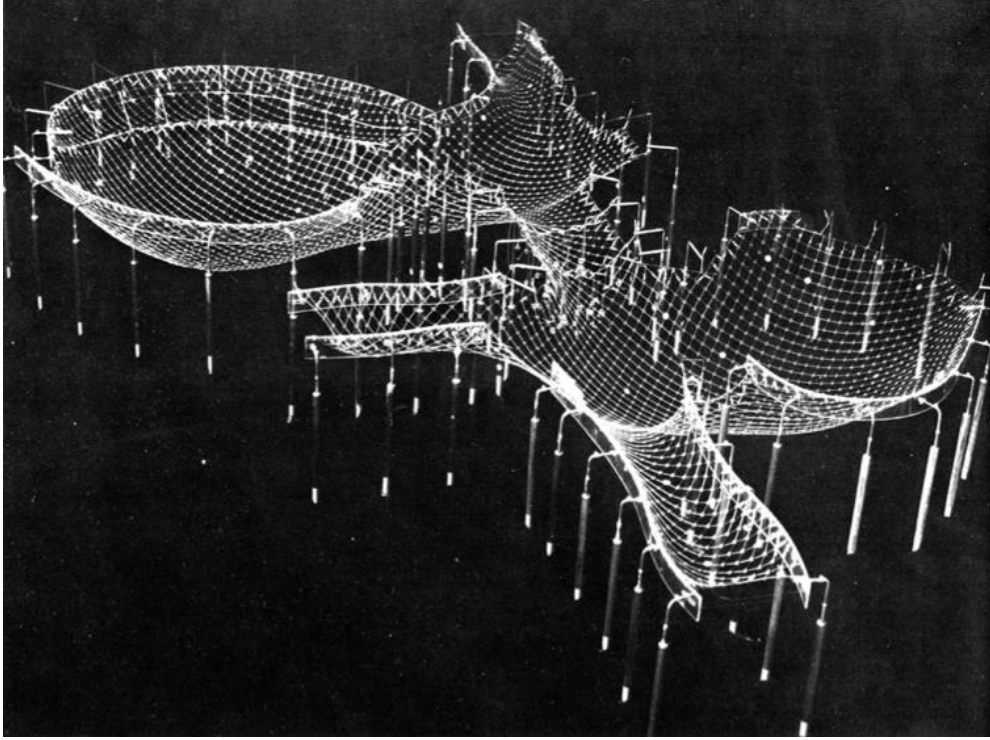
Frei Otto ise en az yüzey ve malzeme kullanımı hedefi ile en yüksek performansı ve en iyi biçimi elde etmek amacı ile asılı sabun filmleri ve zincir modelleri gibi yöntemler de kullanmıştır (Şekil 2.6).



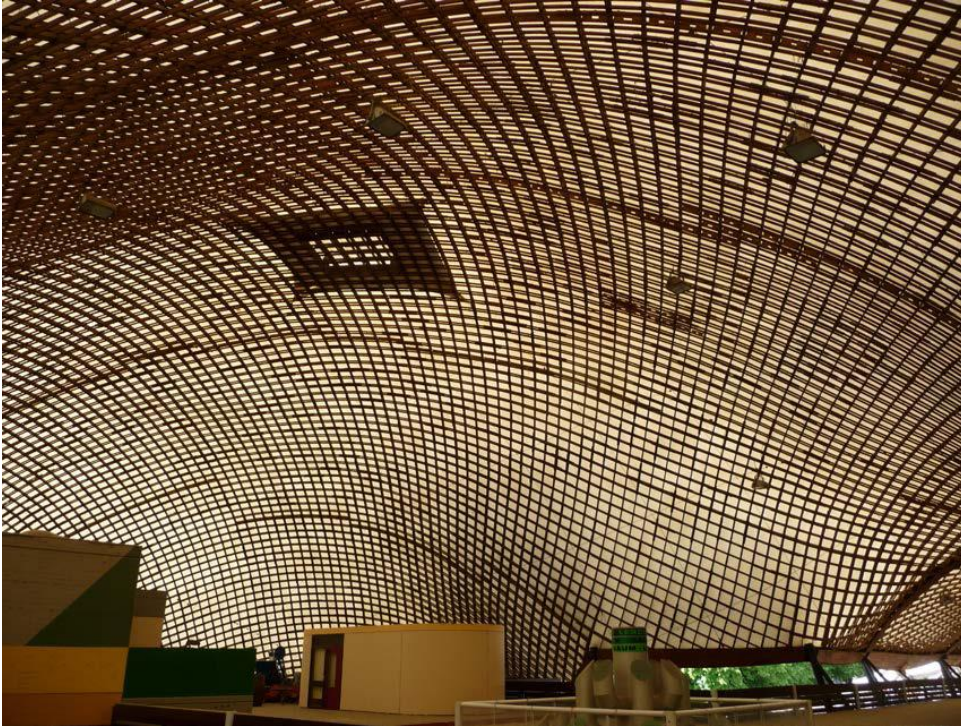
Şekil 2.6 : Frei Otto'nun sabun köpüğü modelleri (Url-4).

Günümüzde bilişim araçları kullanılarak uygulanan ve malzemenin sahip olduğu taşıma performansını verimli hale getirmek için kullanılan yöntemi, 1975 yılında Frei Otto asılı zincir modeli kullanılarak uygulamıştır (Wendland, 2001).

Yapının tasarlandığı dönemde bilgisayar teknolojilerinin fazla gelişmemiş olmasından dolayı, Frei Otto biçim bulma çalışmasını bilgisayar yerine fiziksel modele ağırlıklar asarak gerçekleştirmeye çalışmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 : Fiziksel model ile biçim bulma, Frei Otto'nun asılı zincir modeli (Wendland, 2001).



Şekil 2.8 : Multi Halle Mannheim yapısının kabuğu (Url-5).

Şekil 2.8'de görülen Multihalle Mannheim yapısının, metal tellerden bir maketini yaparak sistemin kendi yükü ile yaptığı deformasyonu gözleyerek ve deformasyonları ters yönlü ele alarak malzemenin sahip olduğu taşıma kapasitesinin

en üst düzeyde kullanılmasını sağlamıştır. Yapının tasarımı hareketli fiziksel modeller ile belirlendikten sonra, daha sonraki aşamalarda bu tasarım matematiksel formüllere dökülerek yapının son tasarımına karar verilmiştir (Van De Straat, 2011).

Performansın tasarımın belirleyici bir unsuru olması, bilgisayar teknolojilerinin henüz çok gelişmediği dönemlerde de denenmiştir. Ancak bu denemelerin bir tasarım düşüncesi haline gelmesi, bilişim araçlarının etkin olarak kullanılması ile gerçekleşmiştir.

Günümüzde bu kısıtın ortadan kalkması ile birlikte, 4. boyutta zaman ve “n” boyutta performans tasarımı önemli bir etkiye sahip olmaya başlamıştır. Biçimin topolojik düşünce ile oluşması, önerilen hedeflerin biçimin dönüştürücüsü olması gibi düşünceler, zaman boyutunu tasarlama süreci ile etkileşimli bir hale getirmiştir. Biçimin süreç içerisinde belirlenen hedefler ile etkileşmesi ve biçimlenmesi, daha sonra animasyon ile tasarım ve performansa dayalı tasarım gibi düşünceleri ortaya çıkarmıştır.

2.3.3 Biçim ve performansın bütünleşik ilişkisi

Biçim ve bina performansı arasındaki ilişkiler çeşitlidir. Nitekim, biçim ve performans mimari teori ve pratiğin tarihi boyunca önemli ve merkezi bir konusu olmuştur. Temsili bir örneği: "biçim işlevi izler" ifadesidir. Bütün tartışmalar, mimarlık disiplininde sanatın ve bilimin, biçimin ve performansın bir arada olduğu gerçeğinde yatmaktadır. Sonuç olarak, tasarımın hem estetik ve hem de işlevsel gereksinimleri karşılaması gerekmektedir.

Bütün bunlarla birlikte, tasarım sadece geometrik veya mekansal problemlerden ibaret değildir. Tasarım sadece biçimsel ifadeler ve görsel deneyimler ile sınırlı olarak görülemez. Aynı zamanda, tasarım problemleri sadece mühendislik problemleri de değildir ve sadece matematiksel denklemler ile ifade edilip çözülemez. Tasarımın odak noktası mimarlığın sadece sanatsal veya sadece bilimsel yönü ise, yani sadece biçimsel ifade veya bina performansı ise o zaman tasarım bütünlüğünü kaybeder. Biçim bulma ve karmaşıklığı bina gereksinimlerini göz ardı ederse, o zaman da tasarım fizibilitesini kaybeder.

Christopher Alexander (1964), *Biçim Sentezi Üzerine Notlar* adlı kitabında doğrudan biçim ve performans arasındaki ilişkiden bahsetmese bile, biçim ve bağlam arasında tanımladığı ilişki aynı zamanda biçim ve performans arasındaki ilişkinin tanımıdır.

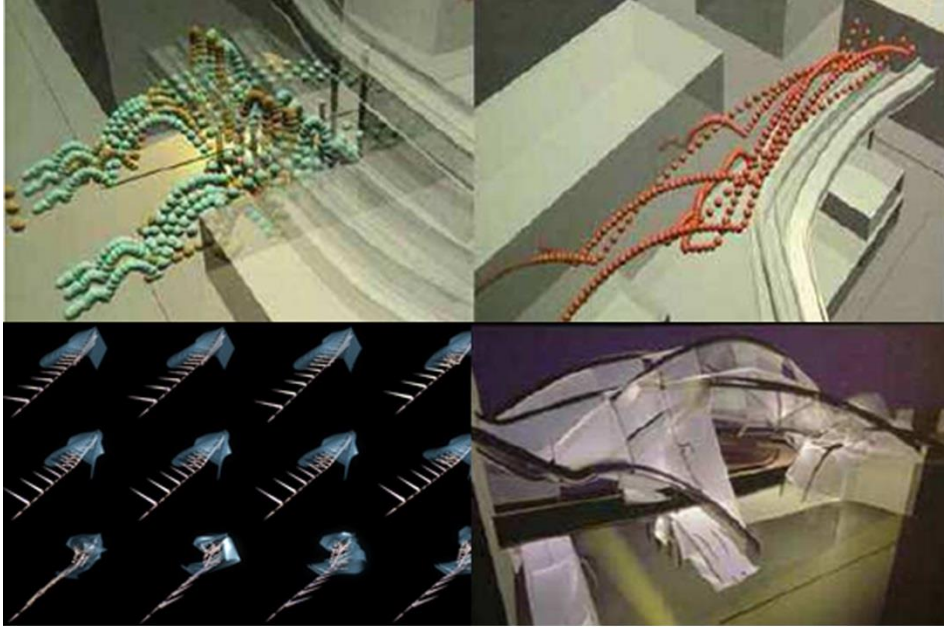
olabilir. Alexander göre (1964) "her tasarım problemi iki şey arasında denge sağlamak için bir çaba ile başlamaktadır. Söz konusu biçim problemin çözümü, bağlam ise problemin tanımı olmaktadır". Bu açıklamaya göre biçim ve performans arasındaki ilişki rekabetçi değil, aksine ikilik içinde işbirlikçi ve karşılıklı olmalıdır.

2.3.4 Dördüncü boyutta zamanın ve “n” boyutta performansın tasarlama süreci

ile bütünleşik ele alınmasının önemi

Tasarımın bir süreklilik ve ilişkiler ağı ifade ettiği bir tasarım anlayışında, tasarım artık süreç içerisindeki herhangi bir anın dondurulması ile beliren (emergent) ilişkilere bağlı olarak yapılabilmektedir. Bu düşüncenin ortaya çıkmasını sağlayan en önemli durumlardan birisi, dijital ortamda 4. boyutta zamanın ve “n” boyutta performansın, tasarımın yönlendirici unsurları olarak ele alınması düşüncesidir.

Lynn’e (2003) göre tasarım sadece içe dönük geometrik ilişkiler ile değil, zaman boyutunun tasarımın şekillendiricisi olması ile oluşturulmalıdır. Tasarım, bulunduğu çevre, sosyal ve ekonomik koşullar ile etkileşim içerisinde olmalıdır. Bu yaklaşımda tasarım, bağlama duyarlı bir soyut mekan olarak düşünülmektedir.



Şekil 2.9 : Animasyon ortamında tasarım, Port Authority Binası (Lynn, 2003).

Rüzgar, güneş, yaya ve taşıt akışları, vistalar gibi çeşitli faktörler, sanal ortamda şiddeti artıp azalan kuvvetler olarak kurgulanmaktadır. Bu kuvvet alanları, mimari

mekanın zaman içinde kuvvetlerin etkileşimi ile oluşumunu sağlamaktadır (Şekil 2.9).

Tasarımın deterministik çevre analizleri ve durağan sayısal değerler yerine, zaman boyutu ile birlikte ele alınması, ilk fikirlerden tasarımın materyalleşmesine kadar olan süreçte üretken ve beliren tasarımlar sağlayabilmektedir. Tasarımı oluşturan, bir üslup değil de sürecin tasarlanması durumu olduğu zaman, biçim (form) kavramı yerini biçimlenmeye (formation), biçim yapma kavramı (making of form) yerini biçim bulmaya (form finding) bırakmaktadır (Kolarevic, 2005).

Mimarlık ve mühendislik disiplinlerinde bilgisayar uygulamalarının tasarımın performansını değerlendirici özellikleri 1970'lerden beri kullanılmaktadır. Tasarım performansı, uzun yıllardan beri mimari tasarımın önemli bir konusu olmuştur ve mimari tasarımın değer olguları üzerinde belirleyici bir rol almaktadır. CAD'in ortaya çıktığı ilk yıllarda geliştirilen "performansı değerlendirme yardımcısı (appraisal aids)" olarak bilinen yöntem ve tekniklerin uygulanabilirliği tamamen tanımlı ve bitmiş bir tasarım ve sistem sonrasında mümkün olabilmiştir. Bu sebeple, kullanılan bu araçların çoğu "*aposteriori*" (sonradan gelen) olarak değerlendirilmektedir (Oxman, 2008).

Ancak günümüzde, bilişim araçları bir tasarımın algoritmik kontrolünü, aynı zamanda da performansın (çevresel, strüktürel vb.), fiziksel durumların simülasyonu ile analitik olarak değerlendirilmesini desteklemektedir. Aynı zamanda performans, tasarımın belirleyici bir yöntemi olabilmektedir. Bu durumda dijital ortamda tasarım, tasarımcının edimlerinden ve yeteneklerinden faydalanarak yönettiği bir süreç olmanın ötesinde, tasarımcının değerlendirici (simülasyon, analiz vb.) süreçler sayesinde bilgilendirildiği bir sürece dönüşebilmektedir. Bu bakış açısı ile performans tabanlı tasarımın güncel anlamı, performansı değerlendirici simülasyon süreçleri ile tasarım oluşturma süreçlerinin entegrasyonu olarak değerlendirilebilir.

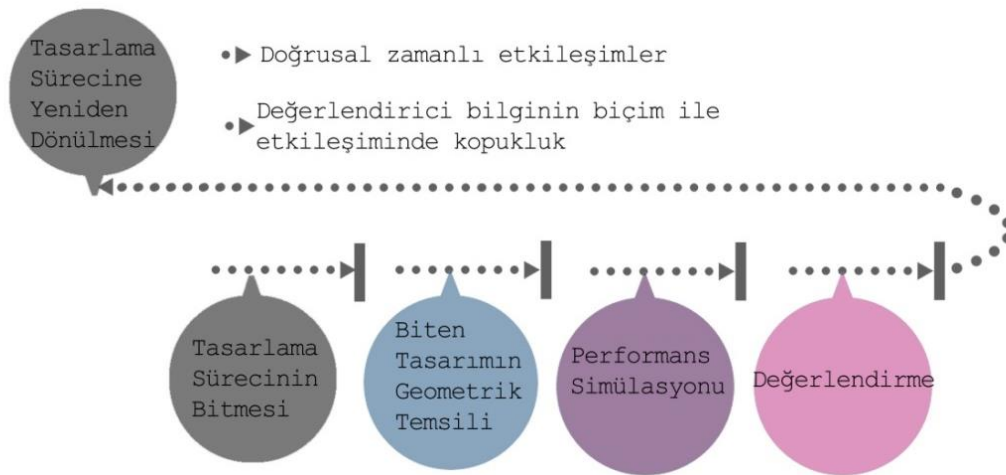
Değerlendirme sürecinin tasarım uygulamalarında üç bileşeni olduğu belirtilmektedir (Oxman, 2010). Bu bileşenler aşağıdaki gibidir.

- Değerlendirme süreci içerisinde dijital model, değişim ve dönüşümü desteklemektedir.

- Değerlendirme süreci dijital model ile iç içe olabilir ve modeldeki değiştirme süreçlerini etkileyebilir. Bu değerlendirme süreçleri bir veya çoklu performans değerlendirme kriterlerini içerebilmektedir.
- Sistem, tasarımcının etkileşimli bir moderatör gibi süreç içerisinde yer almasını ve süreci yönetmesini sağlayabilmektedir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında, performansı değerlendirme sürecinin tasarlama süreci ile birlikte ele alınması, bina performansının tasarımın yönlendirici unsuru olması durumu olarak düşünülebilir. Bina performansını değerlendirme aşamasının bu şekilde yorumlanması, performans analizlerinin tasarımcı tarafından belirlenen hedefler doğrultusunda, tasarımın oluşturulmasına öncülük etmektedir.

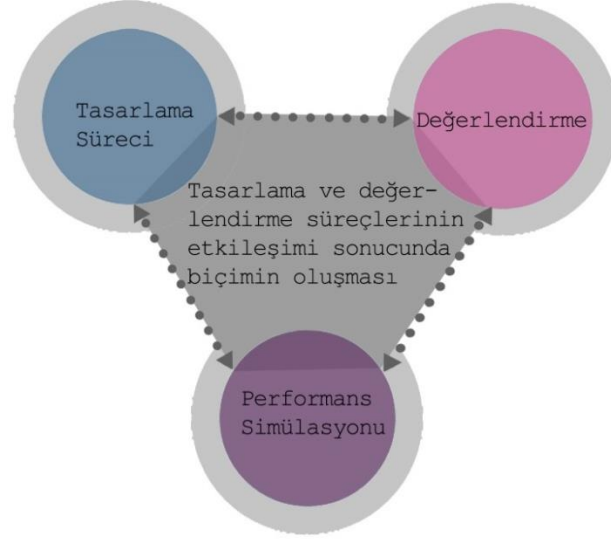
Performansın tasarımın yönlendiricisi olması yaklaşımı, geleneksel performans değerlendirme süreçlerinden daha farklı olmaktadır. Geleneksel değerlendirme yöntemleri, tam anlamıyla çözülmüş ve tanımlanmış bir tasarımın performansına yönelik değerlendirme yapabilmektedir. Yani, bu yöntemler tasarım sürecinin henüz yeni başladığı erken tasarım aşamalarında tasarımcının performansa yönelik değerlendirme ve geri besleme yapmasını desteklememektedir ve sadece bitmiş bir ürünün değerlendirilmesine olanak vermektedir. Bu yöntemlerde, değerlendirmeler doğrusal bir ilişki ile sadece tekrarlamalı tasarım modifikasyonları için geri besleme sağlamaktadır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 : Tasarlama süreci ve performansı değerlendirme sürecinin geleneksel ilişkisi.

Ancak, tasarımın modifikasyonu artık analitik verilerin kullanıldığı üretken süreçler tarafından da kontrol edilebilmek mümkün olmaktadır (Şekil 2.11). Bitmiş bir tasarımın performansını analiz edip, sonra bu analizlere göre değerlendirme ve

değişiklik yapmak yerine, bilişim araçları sayesinde eş zamanlı geri besleme ile tasarım yapmak ve bu süreçte küçük iterasyonlarla değişiklik yapmak bütünlük tasarım süreçlerine olanak sağlayacaktır.



Şekil 2.11 : Tasarlama süreci ve değerlendirici süreçlerin bütünlük ilişkisi.

2.4 Bölüm Değerlendirmesi

Günümüzde artık *Performans Tabanlı Tasarım* terminolojisi ile literatüre geçmiş olan, performansın tasarım süreci ile bütünlük olarak ele alınıp tasarımın yönlendirici unsuru olma durumu bilişim araçlarının henüz kullanılmadığı dönemlerde de fiziksel modeller, asılı zincirler, sabun köpükleri, föniküler sistemler gibi farklı yöntemlerle denenmiştir. Bilişim araçlarının henüz tasarımda kullanılmadığı bu dönemlerde bile tasarım süreci ve performansın bütünlük ilişkisi her zaman dinamik (fiziksel) modeller ve durağan olmayan temsiller üzerinden kurgulanmıştır. Bu durum, dinamik modellere ve (günümüzde artık temsilin ötesinde olan) durağan olmayan temsillere, performansın tasarım süreci ile bütünlük kurgusunda hep ihtiyaç duyulduğunu ve performans tabanlı bütünlük tasarımın bu dinamizm üzerinden biçimlendiği görülmektedir.

Eskiden fiziksel yöntemlerle gerçekleştirilmesi çok zor olan bu yöntemler artık bilişim araçları sayesinde kolaylıkla kullanılabilse bile, performansın bitmiş bir sürecin değerlendirmesi olarak ele alınması yaygın bir anlayıştır. Bir sonraki bölümde, performansın tasarım süreci ile ilişkisine güncel yaklaşımlar ele alınmıştır.

3. PERFORMANS TABANLI TASARIMA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE PERFORMANS STRATEJİLERİ

Bilişim araçları günümüzde tasarım sürecinde önemli bir yere sahip olmalarına rağmen, tasarım performansının ve performansa dair verilerin tasarlama süreci içerisinde düşünülmesi henüz yeterince yaygın bir anlayış olamamıştır. Performans tabanlı tasarımda yaygın olarak bilişim araçları tek bir performans hedefinin değerlendirilmesine veya tasarlama süreci bitmiş bir sonuç ürünün değerlendirilmesine yönelik olduğundan dolayı, tasarımın performans boyutu tasarım süreci içerisinde bütünlük olarak yer almamaktadır.

Tezin bu bölümünde, literatürde performans tabanlı tasarım ile öne çıkan projeler üzerinden “performans-süreç-arac” incelemesi yapılmıştır.

Performans tabanlı tasarıma güncel yaklaşımlar incelenirken örneklere,

- 1) Projenin tasarım hedefleri nelerdir?
- 2) Bilişim araçlarını nasıl kullanıyorlar ve kullanarak neyi test ediyorlar?
- 3) Performans-süreç ilişkisi nasıl ele alınmıştır?

soruları sorulmuştur.

Bu bölümde yer alan örneklerin seçiminde, literatürde performans tabanlı tasarım yaptıklarını dile getiren ve çoğunlukla “Digital Master Builders” olarak anılan, ancak performansa dayalı tasarım söylemleri ve yaklaşımları farklılıklar gösteren projeler incelenmiştir. 2000-2015 yılları arasında akademik olarak atıfta bulunulmuş kaynaklarda yer almış örnekler üzerinden inceleme yapılarak performans-süreç-arac ilişkisi kurulmaya çalışılmıştır.

3.1 Geleneksel Yaklaşım

Bilişim araçları, tasarım kararları alındıktan sonra tasarlanmış geometrinin analizi veya tasarım sürecinin erken aşamalarında biçim bulma amaçlı kullanılmaktadır. Bu

yaklaşımında, ilgi çekici biçimler tasarlamak kültürel performans olarak tanımlanmaktadır. Biçim ve performansın diğer boyutları (strüktürel, çevresel, ekonomik performans vb.) arasında bir ilişki kurulmamakla beraber bütünleşik bir tasarım sürecinden de bahsetmek mümkün değildir. Bu durumda kullanılan bilişim araçlarının sadece kağıt cetvel gönye yerine kullanılıp bir çizim aracı olmaktan öteye geçememesi durumu görülmektedir. Bu yaklaşım, Çizelge 3.1’de 1 ile numaralandırılmıştır.

3.1.1 Bernhard Franken BMW Pavyonları

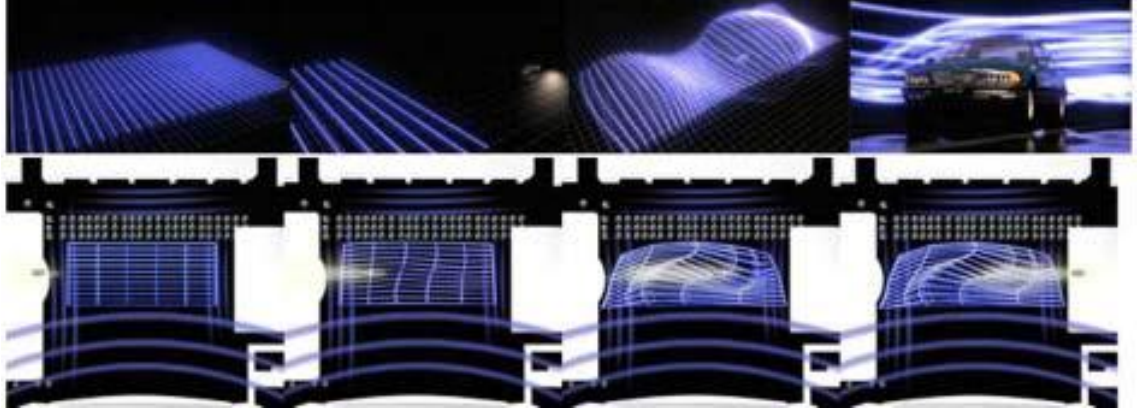
3.1.1.1 Projenin tasarım hedefleri

Dijital teknolojiler gemi inşası ve uzay endüstrisi gibi sektörlerden sonra başka sektörler tarafından da farklı amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, bu teknolojilerin mimarlık alanındaki kullanımı ve etkisi diğer sektörlerle kıyasladığında çok yaygın olmamaktadır (Franken, 2003). Franken (2003), bir yapının tasarlanması ve üretimi ile bir geminin tasarlanması ve üretimi arasında önemli farklar olsa bile, kendi tasarım pratiğinde diğer endüstrilerde yapılanlardan çok şey öğrendiğini belirtmektedir. Tasarımcı, BMW pavyonları ile ilgili yaptığı sunumda (2003) tasarımlarında, biçimsel ifadenin ön planda olduğunu belirterek, yapının biçiminin ilgi çekmesini kültürel performans olarak nitelendirmektedir.

3.1.1.2 Bilişim araç ve ortamlarının kullanımı

Dynaform yapısının tasarımı için Franken (2003) tasarımlarını Frank Gehry gibi binalarını analog olarak fiziksel modellerle tasarladıktan sonra dijitalle dönüştüren tasarımcıların aksine, tamamen dijital ortamlar içerisinde gerçekleştirdiğini ve beş safhadan oluştuğunu belirtmektedir (1-toplantı, 2-biçim, 3-detaylandırma, 4-dijital üretim, 5-analiz). Firmanın tasarımlarına başlangıç noktası her zaman müşterileri ile görüş alışverişi olmaktadır. Bernhard Franken (2003) dijital araç ve ortamları nasıl kullandıklarını “müşterimizin isteklerini bilgisayar destekli kuvvet alanı simülasyonlarını kullanarak biçim oluşturduğumuz bir sürece dönüştürürüz. Dijital olarak üretilmiş biçim, dijital üretim metotları kullanılarak direk olarak bir yapıya dönüştürülür” diyerek açıklamıştır.

Dynaform Pavyonu, hızlanan bir arabanın ivme alanının paralel çizgilerden oluşan bir matrisi deforme etmesi hareketi simüle edilerek tasarım geometrisinin oluşturulduğu bir yapıdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Dynaform Pavyonu, B.Franken, ABB Architekten, Frankfurt, 2001. deforme edilmiş çizgiler matrisi (Url-6).

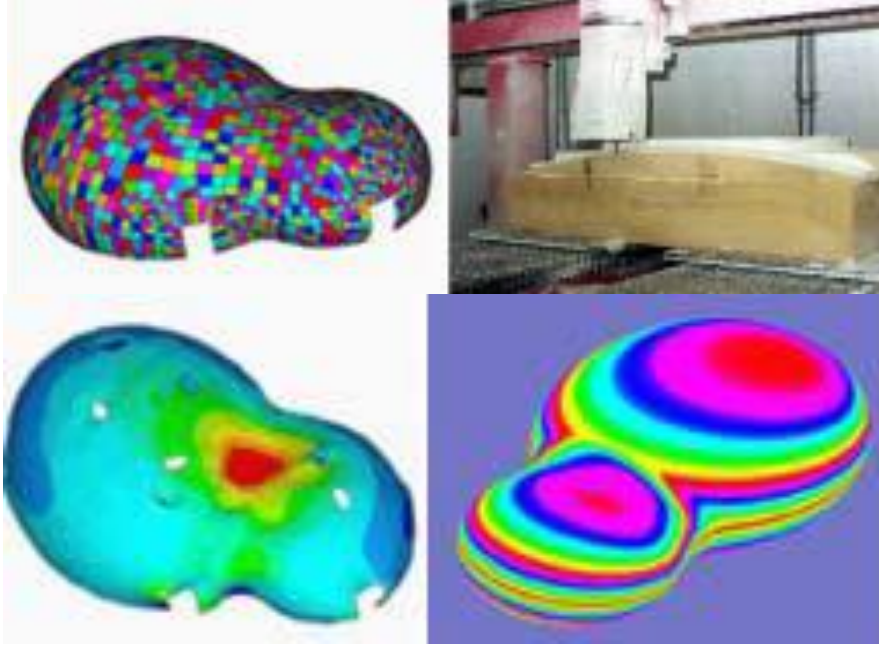
Daha sonra bu yapı üzerinde FEA olarak adlandırılan bilişim araçları kullanılarak mukavemet analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.2 : Biçim bulma çalışması, Bubble BMW Sergisi, Frankfurt, 2001 (Url-7). “Bubble” sergi binasında ise iki su damlasının fiziksel güçler tarafından birleşmesi eylemi dinamik bir biçim ifade etmek için kullanılmaktadır. (Şekil 3.2)

Dijital modeller Şekil 3.2’ deki gibi üretildikten sonra FEM , Gaussian Analiz yöntemleri ve CNC modelleri kullanılarak strüktürel ve malzeme kullanım ekonomisi performansları analiz edilmiştir (Şekil 3.3).

Tasarımcı, geleneksel yapı tasarım süreçlerinden farklı olarak, dijital tasarım süreçlerinde Boeing teknolojilerinde kullanılan (FEM) analiz yöntemlerini kullanarak tasarım yaptıklarını belirtmektedir. Ancak, bu yöntemler bütün tasarım kararları verildikten sonra analiz amaçlı kullanılmıştır.



Şekil 3.3 : FEM ve Gaussian analiz yöntemleri ile strüktürel, enerji ve akışkanlar dinamiği performans analizleri (Url-8).

3.1.1.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi

Projelerdeki genel performans söylemi, doğal kuvvetlerin kuvvet çizgilerinden veya çekim alanlarından faydalanarak bir geometrinin deforme edilerek tasarım yapılması üzerine kuruludur. Franken'e göre biçim kuvveti takip etmektedir ("form follows force"). Tasarımcı, kuvvetlere bakış açısının biçimlere yorum katmak olduğunu söylemektedir. Franken'e göre deforme edilmiş biçimler kuvvetlerin özündeki bilgiyi taşımaktadır. Tasarım, etkileşimli olarak gerçekleştirilen deneylerdeki özgürce seçilmiş parametrelerin öznel olarak değiştirilmesine bağlı olarak geliştirilmektedir. Tasarımcı ve bilgisayar arasındaki etkileşim sonucunda bilgi, biçime dönüşmektedir. Ancak Franken'in yaklaşımı, kuvvet alanı simülasyonlarını sadece biçim üretmek için kullanılan bir araca indirgemektedir.

3.2 Tek bir performans hedefi ile tasarım

Bu yaklaşımda performans tek boyutlu bir olgu olarak görülmektedir. Örneğin, sadece çevresel performans söylemi ile yola çıkıp performansın enerjiye indirgenmesi veya biçime çevresel performansın yön vermesi bu başlık altında değerlendirilebilir. Bu yaklaşım, Çizelge 3.1'de 2 ile numaralandırılmıştır.

Birçok kiři yanılıya dūřerek Performans Tabanlı Tasarımı, Sūrdūrūlebilir Tasarım veya Yeřil Mimarlık ile eřdeęer saymaktadır. Aralarındaki farklılıkların yanı sıra, en būyūk benzerlikleri enerji tasarrufu için olan ihtiyaçtır. İkiisi arasındaki en önemli fark ise, Sūrdūrūlebilir Tasarım sadece binaların “yeřil” performansına odaklanarak evre ūzerindeki etkilerini en aza indirmeye çalıřıyor olmasıdır.

Ancak, Performans Tabanlı Tasarım bir binanın davranıřına būtūnsel olarak bakma yoldur. Bu da Performans Tabanlı Tasarım kavramını bařka bir mimari trend olarak deęil, bir gereklilik olarak görmeyi gerektirmektedir. Çevresel performans (enerji) tasarımın tek hedefi olsa bile, tasarım sūreci ve performans analizleri arasında kopuk bir iliřkinin bulunmaması sūrete çok būyūk iterasyonlara sebep olmuřtur.

3.2.1 Foster & Partners, Swiss Re ve London Authority Headquartes Yapısı

3.2.1.1 Projenin tasarım hedefleri

Swiss Re yapısı Foster and Partners ekibi tarafından tasarlanmıştır ve 2004 yılında inşası tamamlanmıştır.



şekil 3.4 : Swiss RE Yapısı (Url-9).

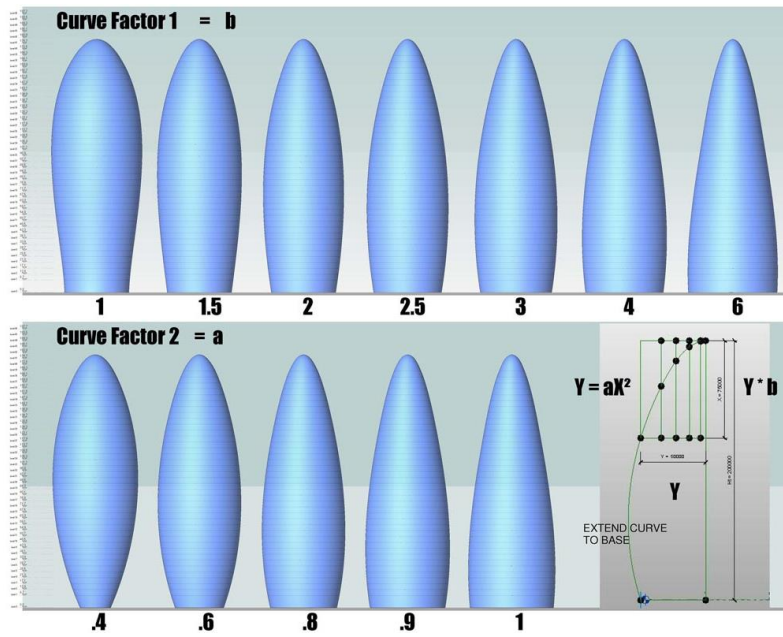
The Special Modelling Group (SMG), Foster and Partner būnyesinde 1997 yılında oluřturulan, projelerin modelleme ve dijital tasarım ařamaları ūzerine özelleřmiř bir

bölümdür. SMG bu yapıların tasarım sürecinin en başından inşa sürecine kadar Foster and Partners ile beraber çalışmıştır. Swiss Re yapısının, biçiminin silindirik olarak tasarlanmasına ve spiral bir strüktürle desteklenmesine, silindirik biçimin ortada şişkinleşerek en üst noktada daralmasına ve noktasal hale gelmesine, çevresel performans analizleri sonucunda karar verilmiştir (Freiberger, 2007) (Şekil 3.4).

City Hall London ise, yine Foster and Partners grubu tarafından 2002 yılında çevresel performansa dayalı olarak ikonik bir bina olarak tasarlanmıştır. Proje tasarımı öncesinde yapılan toplantılarda, dünyadaki toplam enerji tüketiminin yarısından binaların sorumlu olduğuna dikkat çekilmiştir.

Bu nedenle, demokratik süreçlere halkın katılımı söylemi olan bu ikonik yapının tasarımının çevresel bir sorumlulukla gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir (McNeill, 2005). Projenin ilk aşamalarında tasarım mantığı sadece biçim önceliğine dayalı olmaktadır, ancak süreç içerisinde çevresel performansa dayalı bir tasarım yapılması kararı alınmıştır.

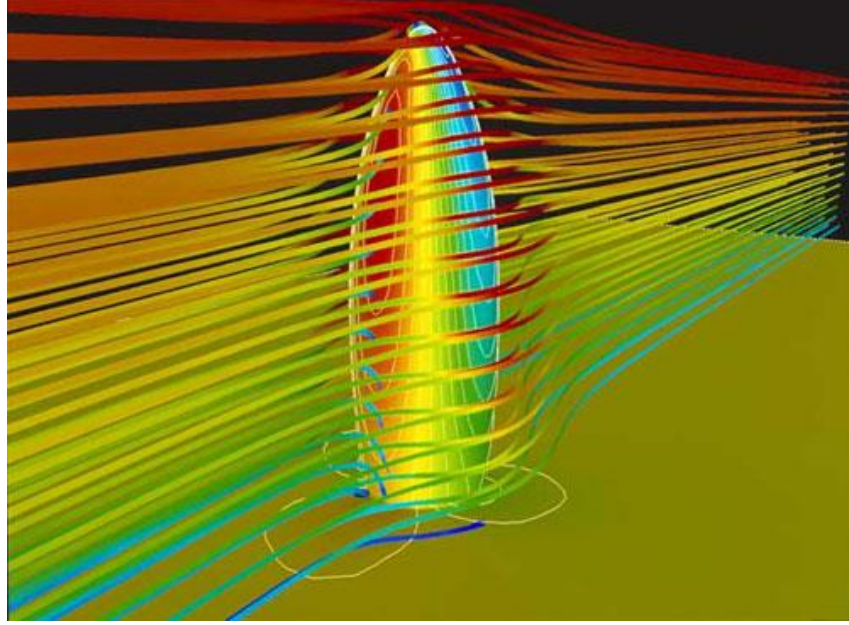
3.2.1.2 Bilişim araç ve ortamlarının kullanımı



Şekil 3.5 : Tasarım alternatifleri (Url-10).

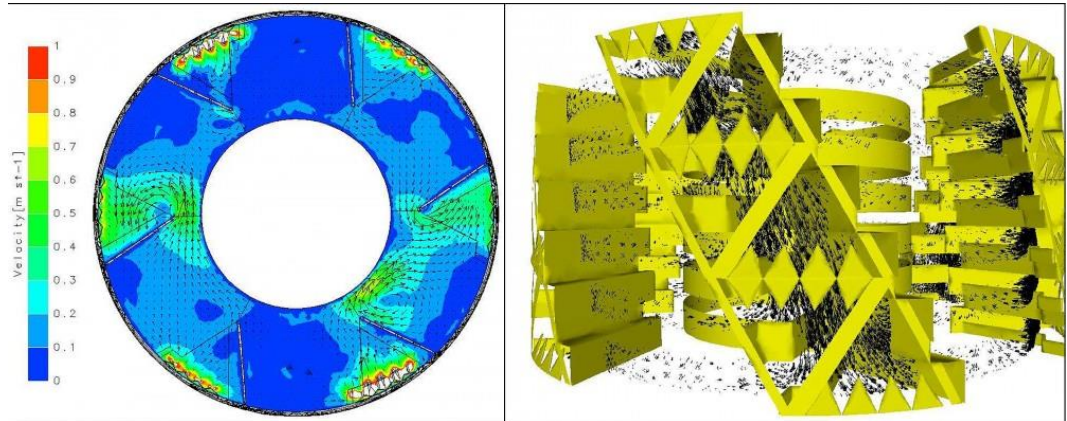
Strüktürün rüzgar yükü ile zorlanması ve yapının zemine oturduğu noktalarda rüzgar sebebiyle oluşan türbülansın mekan konforunu bozması, Swiss Re gibi yüksek yapılarda karşılaşılan en önemli sorunlardan biridir. Bu sebeple SMG yapının tasarım sürecinde türbülans simülasyonları yapan dijital araçların kullanılmasını önermiştir.

Bu simülasyon çalışmaları doğrultusunda elde edilen bilgiler doğrultusunda yapının biçimi oluşturulmuştur (Verb Natures, 2006) (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : Rüzgar simülasyonları ile biçim arayışı (Url-11).

Yapının performans hedeflerinden bir tanesi de gün ışığını bütün yapının içerisinde en yüksek seviyede kullanmak amacı ile tasarlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda dairesel bina planından 6 adet üçgen çıkarılarak, gün ışığının binanın çekirdeğine kadar ulaşması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda oluşturulan boşluklar yapı içerisindeki havalandırmaya katkı sağlayacak şekilde de düşünülmüştür.



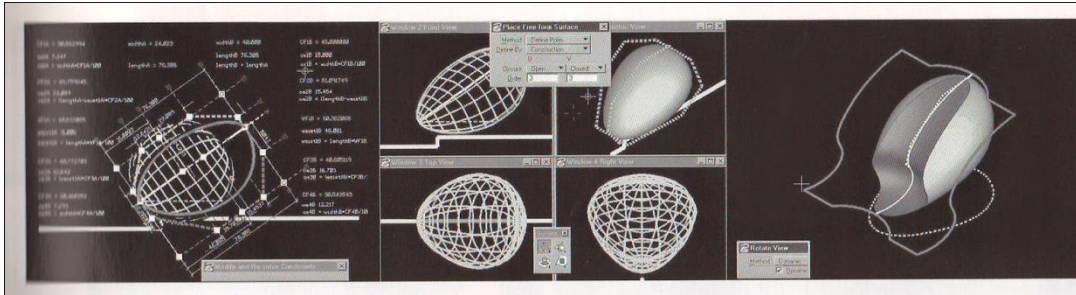
Şekil 3.7 : BDSP çevresel performans analiz firması tarafından yapılan hava hareketi simülasyonu (Url-12).

Tasarım ekibi yapı içerisindeki boşlukları üst üste tasarlamak yerine, her katta boşlukları belirli bir açı ile döndürülerek bina içerisinde havanın hareketini kolaylaştırmayı hedeflemektedir. Dönme hareketindeki açılar ise yapılan analiz ve

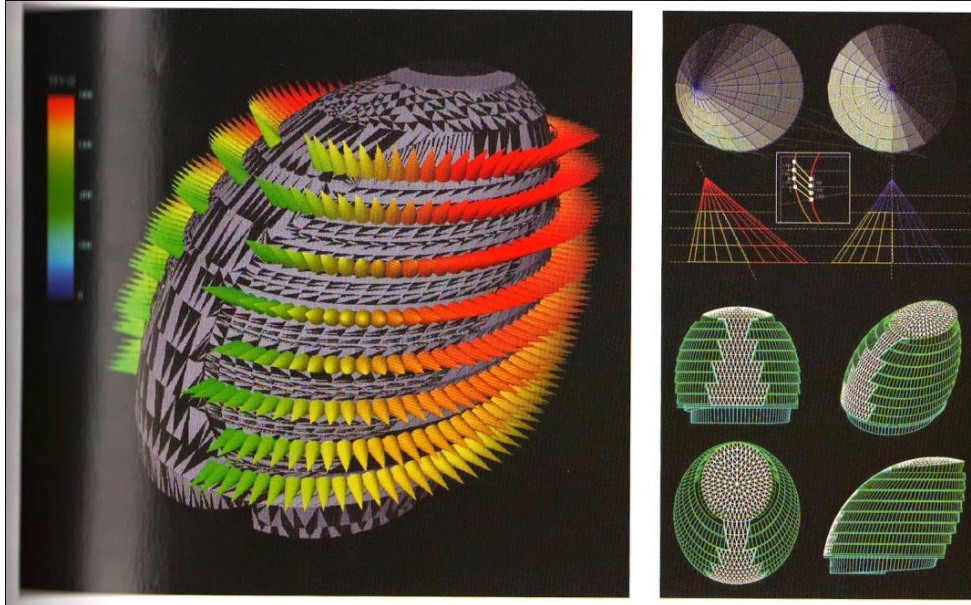
simülasyon çalışmaları sonucunda 5'er derece olarak belirlenmiştir (Shen, 2009) (Şekil 3.7).

Yapının doğal havalandırma ve gün ışığından en yüksek faydayı sağlayabilmesi için oluşan boşluklar arasında düşey shaftlar tasarlanmıştır.

The City Hall London yapısında ise biçim, yapının enerji performansını optimize etmek için direkt güneş ışığına maruz kalan yüzey alanının minimize edilmesi hedefi ile ortaya çıkmaktadır. Yapının biçimi, CAD araçları kullanılarak yapılan güneş ışığından ısı kazanımı ve kaybı analizleri sonucunda küre biçiminin deforme edilmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.8).



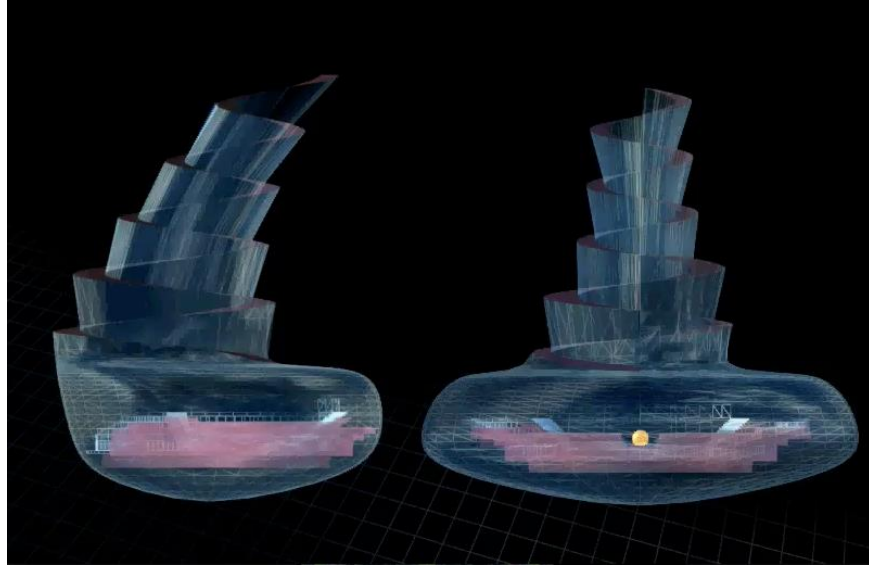
Şekil 3.8 : Microstation ile geliştirilen City Hall London tasarımı (Url-13).



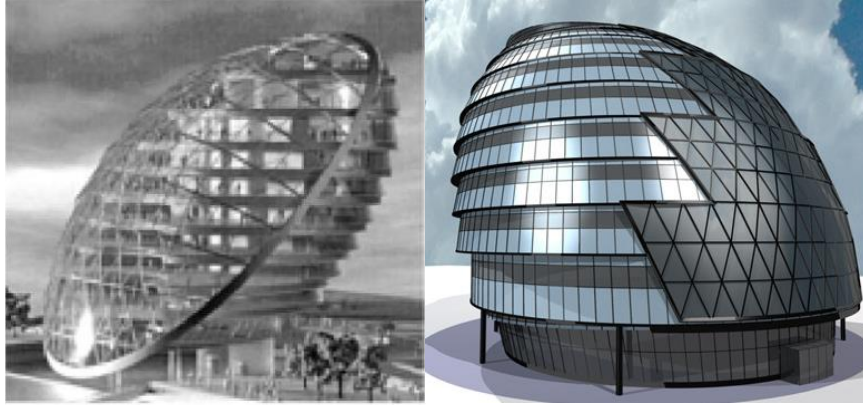
Şekil 3.9 : Norman Foster & Associates, London City Hall, Simülasyon Modeli, ARUP, 2002, Londra (Url-14).

Bu sayede yapının yüzey alanı aynı hacme sahip bir küpten % 25 daha az indirilmiştir. Ancak, yapının ilk başta geliştirilen ve tasarımı büyük ölçüde tamamlanan proje önerisi, daha sonra Şekil 3.9 ve 3.10' da gösterilen ARUP firması

tarafından yapılan analizler tamamlandıktan sonra çevresel performansının beklenildiği gibi olmaması sebebiyle radikal değişikliklere uğramıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.10 : ARUP, City Hall London Akustik Analizleri (Url-15).



Şekil 3.11 : City Hall London Yapısının Yarışma Projesi ve Performans Analizleri Sonrasındaki Değişimi (Kolarevic, 2003).

3.2.1.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi

Foster'ın City Hall London ve Swiss Re yapılarının tasarımındaki çevresel performans odaklı yaklaşımı biçim odaklı tasarımlarda farklı bir yere sahiptir. Çünkü bu örneklerdeki tasarımlar, sadece biçimsel ve estetik anlayışın bir ifadesi veya dijital çağda doğmuş belirli bir kültürel, sosyoekonomik etkiden ziyade, sürdürülebilir mimarlığı destekleyici biçimsel niteliklere de sahip olma amacı ile tasarlanmışlardır. Ancak, biçim-çevresel performans ilişkisi ana tasarım kararlarının alındığı tasarımın erken aşamalarında ele alınmamaktadır. Bu sebeple, süreç

içerisinde çok büyük iterasyonlar, hatta tasarımın tamamen değişmesi gibi durumlar yaşanmıştır.

3.3 Önce Analiz Edip Sonra Tasarlamak

Sürecin ilk aşaması bilişim araçlarının önce çevresel, ekonomik vb. analizler ile başlayıp daha sonra elde edilen veriler ileriki aşamalarda kullanılmaktadır. Bu analizler yapılmadan önce alınan biçimsel, strüktürel vb. tasarım kararları söz konusu değildir. Ancak kullanılan araçların tasarlama süreci ile ilişkisi anlık geri-beslemeleri desteklememektedir. Bu durum, performansın değerlendirilmesini sağlasa bile, bilişim araçlarının anlık geri bildirimler vermemesi nedeniyle tasarımcının performans hedeflerini karşılayan farklı tasarım alternatifleri görmesini ve değerlendirmesini desteklememektedir. Bu yaklaşım, Çizelge 3.1’de 3 ile numaralandırılmıştır.

3.3.1 Medya-TIC ofis binası

3.3.1.1 Projenin tasarım hedefleri

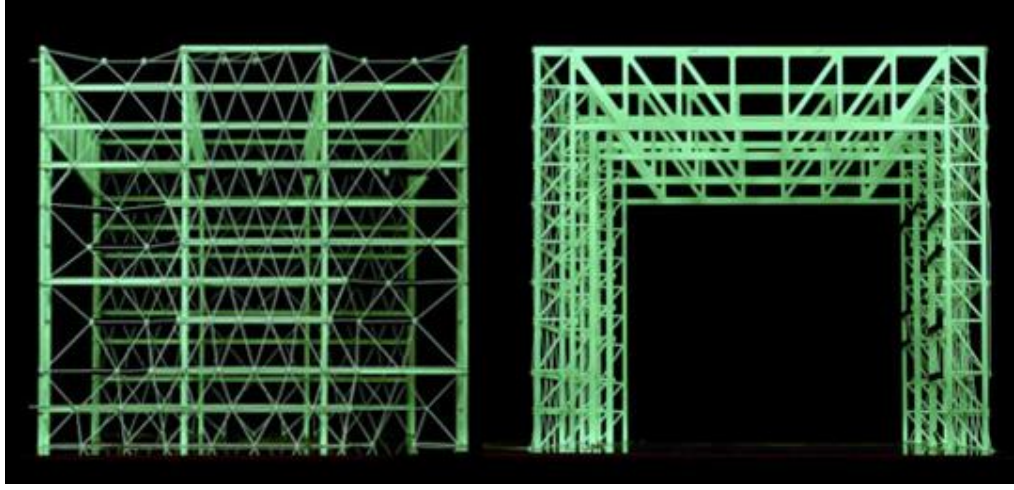
Media-TIC binası Barselona’da bilgi işlem ve teknoloji projelerinin araştırma ve geliştirmelerinin yapıldığı, üretildiği ve bu teknolojilerin sergilendiği önemli bir referans noktasıdır.



Şekil 3.12 : Media-TIC yapısının cephesi (Url-16).

20. yüzyılda İspanya’nın Katalan bölgesinin önemli sanayi merkezlerinden olan bu bölgede, günümüzde endüstrinin yanı sıra sosyal ve sürdürülebilir bir kentleşme

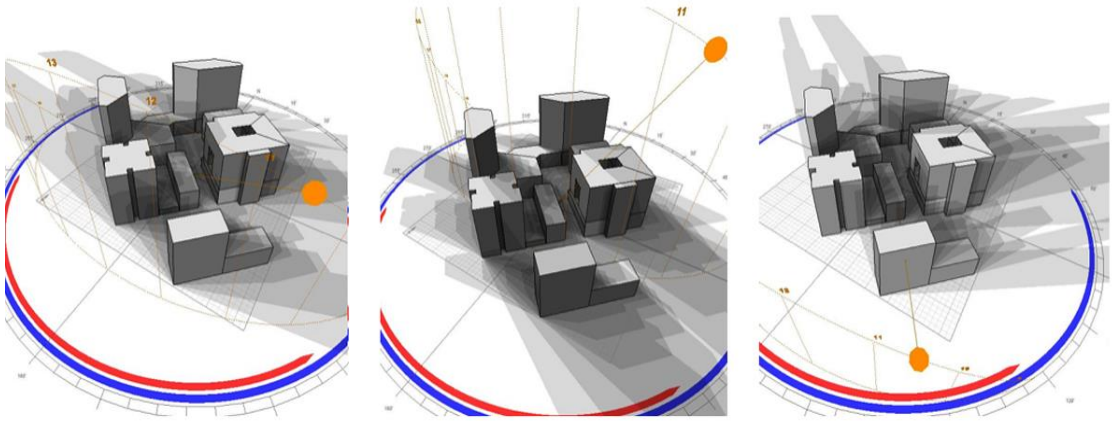
yolunda önemli adımlar atılmaktadır. Sürdürülebilir çevre için 200 hektardan fazla alan ayrılmıştır. Bu alanlarda tekno-kentler tıp ve bilgi teknolojileri ile sanat sergileri önemli yer tutmaktadırlar. Projenin yenilikçi cephesi ve yapının taşıyıcı strüktürü tasarımın en dikkat çeken özelliklerindendir (Şekil 3.12 ve 3.13).



Şekil 3.13 : Media–TIC yapısının taşıyıcı strüktürü (Url-17).

3.3.1.2 Bilişim araç ve ortamlarının kullanımı

Günde 6 saatten fazla güneş alınacak şekilde konumlandırılan binanın tasarımında CAD-CAM programları ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Binaın mekanik olması, malzeme çeşitlerindeki farklılıklar bunların analizlerini yapan yazılımlarla simüle edilerek gereken önlemler alınmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 : Media–TIC cephesinin güneş-gölge diyagramı ile simülasyonu (Url-19). Yapının tasarımında ölçüm sensörleri kullanılmıştır. Bu sensörler başta ısı, ışık ve nem olmak üzere diğer pek çok parametrenin ölçümelerini yapmış ve buna göre bina dış kabuğunun şekillenmesini sağlayan mekanizma ile iletişime geçerek binanın

tasarımını şekillendirmiştir. Bina aynı zamanda bir bilgisayar yazılımı ile de denetlenmekte ve bu yazılım sayesinde çevresel konfor daha kolay sağlanabilmektedir.



Şekil 3.15 : Media–TIC cephesinin hareketini sağlayan sistem (Url-18).

Şekil 3.15’da görülen mekanik sistemler, CAD programları ile uyumlu çeşitli yazılımlarla birlikte analizleri yaparak sensörlerden gelen verileri değerlendirmektedir. Bu değerlendirmelerin sonucunda binada hareket etmesi gereken modüller hareket ettirilmekte, şişmesi gereken modüller ise içerisine nitrojen gazı alarak şişirilmektedir. Bazı modüller ise kapanarak binanın geçirgenliği artırılmakta ve aydınlık bir ortamın sağlanmasına yardımcı olunmaktadır. Mekanik sistemler ile bina kabuğu yeniden şekillenerek binanın iç konforuna katkıda bulunmaktadır.

3.3.1.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi

Bina kabuğundaki hücrelerin çeşitli parametrelere göre değişmesi ve bu parametrelerin de güncel yazılımlar sayesinde denetlenmesi sağlanmıştır. Bina kabuğu yaşam döngüsünde gerek kullanılan malzemeler itibarıyla, gerekse dinamik oluşu itibarıyla sürdürülebilirliğe önem vermektedir. Bu sayede bina kabuğu gereken hareketleri yaparak dış etkilere tepki vererek dengeyi sağlamaktadır. Sistemin optimizasyonunda kullanılan algoritmalar ise, bina kabuğunun sistematığına göre yeniden tasarlanmış ve bina konforunun daha üst seviyelere çıkarılmasını sağlamıştır. Projenin ilk aşamasında gerçekleştirilen gölge- güneş simülasyonlarına

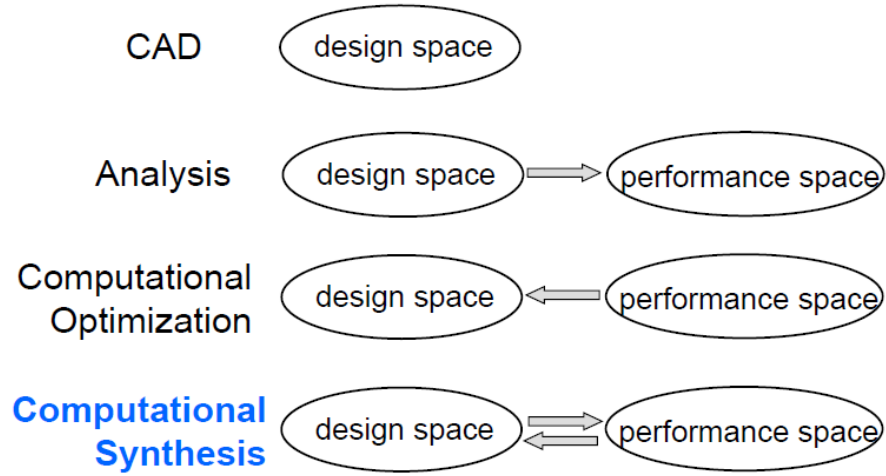
dayalı geliştirilen tasarım ve malzeme özelliklerinin kullanılması performans tabanlı bütünleşik tasarımı destekler niteliktedir. Ancak bu örnekte, performans analizleri sürecin en başında yapılmaktadır ve performansa dair anlık geri bildirimler alınmamaktadır. Dolayısıyla, tasarımcıya çeşitli olası tatmin edici çözümleri değerlendirme imkanı vermemektedir.

3.4 Performans Tabanlı Bütünleşik Tasarım

3.4.1 MAK Center of Art and Architecture yapısı, Kristina Shea

3.4.1.1 Projelerin tasarım hedefleri

Shea, hesaplamalı sentez yöntemi ile performansın ve tasarımın, tasarım süreci içerisinde etkileşimli ve bütünleşik olarak değerlendirilmesini hedeflemektedir (Şekil 3.16). Hesaplamalı sentez ile optimum tasarım alternatifleri sunan kümeler elde etmek ana amaçtır. Erken tasarım aşamasında, tasarımın performans boyutunun sürecin içerisinde yer alması için çözümler aranmaktadır.

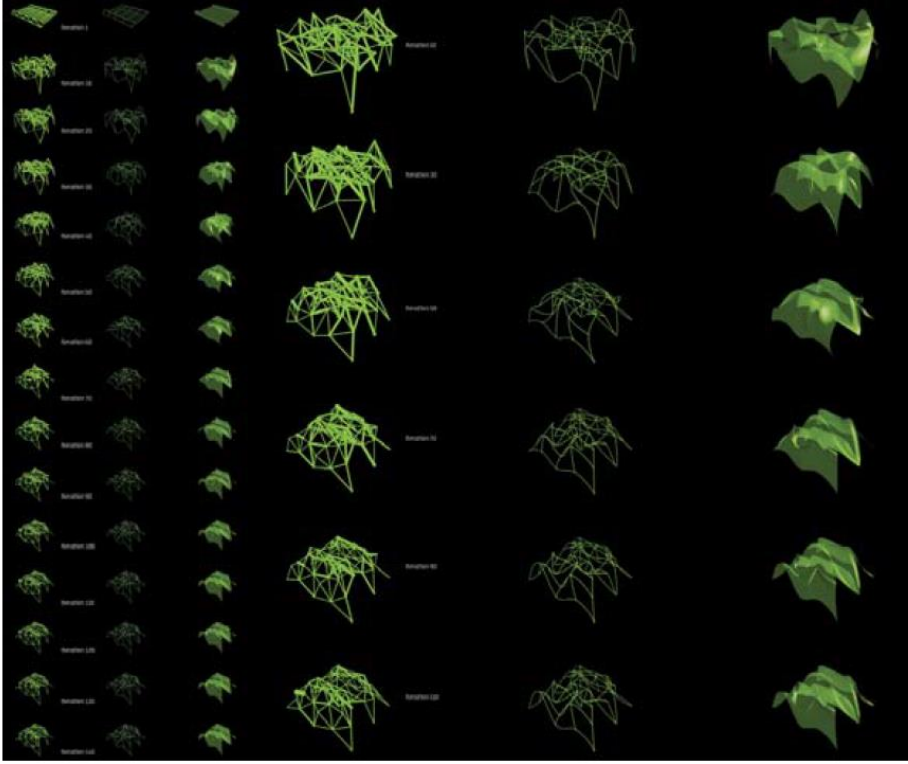


Şekil 3.16 : Hesaplamalı sentez, Kristian Shea'nın Münih Teknik Üniversitesindeki (2011) sunumundan uyarlanmıştır.

3.4.1.2 Bilişim araç ve ortamlarının kullanımı

Shea, tasarlama sürecinde yaşadığı en büyük zorluğun kullanılan dijital araçların tek bir performans hedefini değerlendirmeye (örneğin, sadece germe kuvvetlerine veya sadece çekme kuvvetlerine) yönelik olmasından kaynaklandığını belirtmektedir (Shea ve diğerleri, 2005). Bu yüzden, kendi geliştirdiği deneysel (strüktürel biçim grameri tabanlı) tasarım topolojisi ve geometrisi üretmeye yardımcı Eiform

yazılımı, tasarımın çoklu performans hedefleri ele alınarak geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Birbirleri ile bağlantılı temel hedeflerin eklenmesi, çıkarılması ve değiştirilmesi üzerine kurulu olan bu deneysel yazılım, metallerin iyileştirmesindeki kristalleşme süreçlerinde kullanılan optimizasyon teknikleri ve deterministik olmayan algoritmalar (non-deterministic algorithms) kullanılarak geliştirilmiştir. (Shea ve diğerleri, 2005).



Şekil 3.17 : MAK Center of Art and Architecture, performans hedefleri doğrultusunda geliştirilmiş sonuçlar kümesi (Shea,2005).

Yazılım, tasarım kararlarının verildiği erken tasarım aşamasını zaman tabanlı dinamik bir süreç içerisinde gerçekleştirmeyi sağlamaktadır. Böylece önceden belirlenmiş performans hedefleri doğrultusunda (strüktürel verim, malzeme ekonomisi, eleman homojenliği vb.) bir sonuç elemanlar kümesi elde edilmektedir. Bu gibi dinamik ve metamorfik süreçler içerisinde geliştirilmiş (performans hedeflerini karşılayan) küme içerisinde birbirinden farklı sonuçlar bulunmaktadır. Bu sürecin bir ucunda analiz edilmemiş bir tasarım fikri bulunurken, sonunda performans hedefleri doğrultusunda şekillenmiş sonuç tasarımlar kümesi bulunmaktadır. Bu sonuçların hepsi nesnel performans hedeflerini karşılasa bile tasarımcının öznel hedeflerini karşılamayabilir. Ancak, tasarımcı kendi estetik hedefleri doğrultusunda sonuçlar kümesini değerlendirebilmektedir (Şekil 3.17).

3.4.1.3 Dijital tasarım araç ve ortamlarının kullanımı

3.4.1.4 Tasarım süreci ve performans ilişkisi

Shea' ye göre, farklı perspektiflerden (mekan kullanımı, strüktür, termal, ışık, fabrikasyon vs.) performansa dayalı anlık geri bildirim alarak tasarım yapmak, sadece yeni biçimler üretmek açısından yenilik sağlamayacak, aynı zamanda gerçek tasarım kısıtlarına yönelik çözümler üretmeyi de sağlayacaktır (Shea, 2000).



Şekil 3.18 : Eiform yazılımı kullanılarak Academie van Bouwkunst için geliştirilmiş üst örtü tasarımı (Url-20).



Şekil 3.19 : Eiform'da üst örtü geliştirme sürecinde farklı en iyiye yakın çözümlerden bazıları (Url-20).

Bir yapı mühendisi olan Shea ve Mimar Frei Otto işbirliği ile geliştirilen bu gergi üst örtü yapısı, bütünleşik bir performans tabanlı mimari tasarım örneği olarak gösterilebilir. Üst örtünün tasarımı, dinamik olarak model üzerine etkiyen kuvvetler ile etkileşmektedir. (Şekil 3.18 ve 3.19).

Bu örnekte, tasarımcı tasarlanan sistemin hedeflerini belirleyen ve sonuçlarını değerlendiren bir çeşit tasarım editörü gibi davranmaktadır. Tasarımın hesaplanabilir performans hedefleri ve tasarımcının algısal-bilişsel hedefleri doğrultusunda yaptığı müdahaleler, etkileşimli bir ortamda eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir.

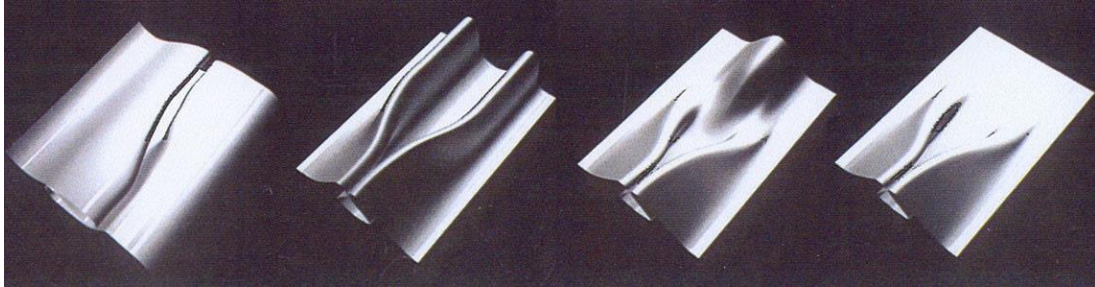
Ancak bu gibi yazılımlar, henüz sadece deneysel seviyede kullanılmaktadır ve üretken yetenekleri sınırlıdır (bu örnekte strüktür ile sınırlıdır).

3.4.2 CAP Ticaret Merkezi Yapısı, Karachi, Pakistan

3.4.2.1 Projelerin Tasarım Hedefleri

Projenin en önemli özelliklerinden biri, deterministik çevre analizleri yerine zamana dayalı animasyon teknikleri kullanılarak tasarlanmasıdır. Rahim (2005), tasarımın durağan sayısal değerlerden elde edilen verilerden kurtulup, zamansallık kavramına geçmesi gerektiğini savunmaktadır.

Zaman tabanlı yöntemlerin, ilk fikirlerden materyalleşme sürecine kadar üretken, beliren (emergent) ve yenilikçi süreçler sağladığı savunulmaktadır. Bu sayede, zaman tabanlı tasarım yöntemleri ile sonuç (ürün) odaklı değil, süreç odaklı bir yaklaşımı desteklemektedirler (Şekil 3.20).



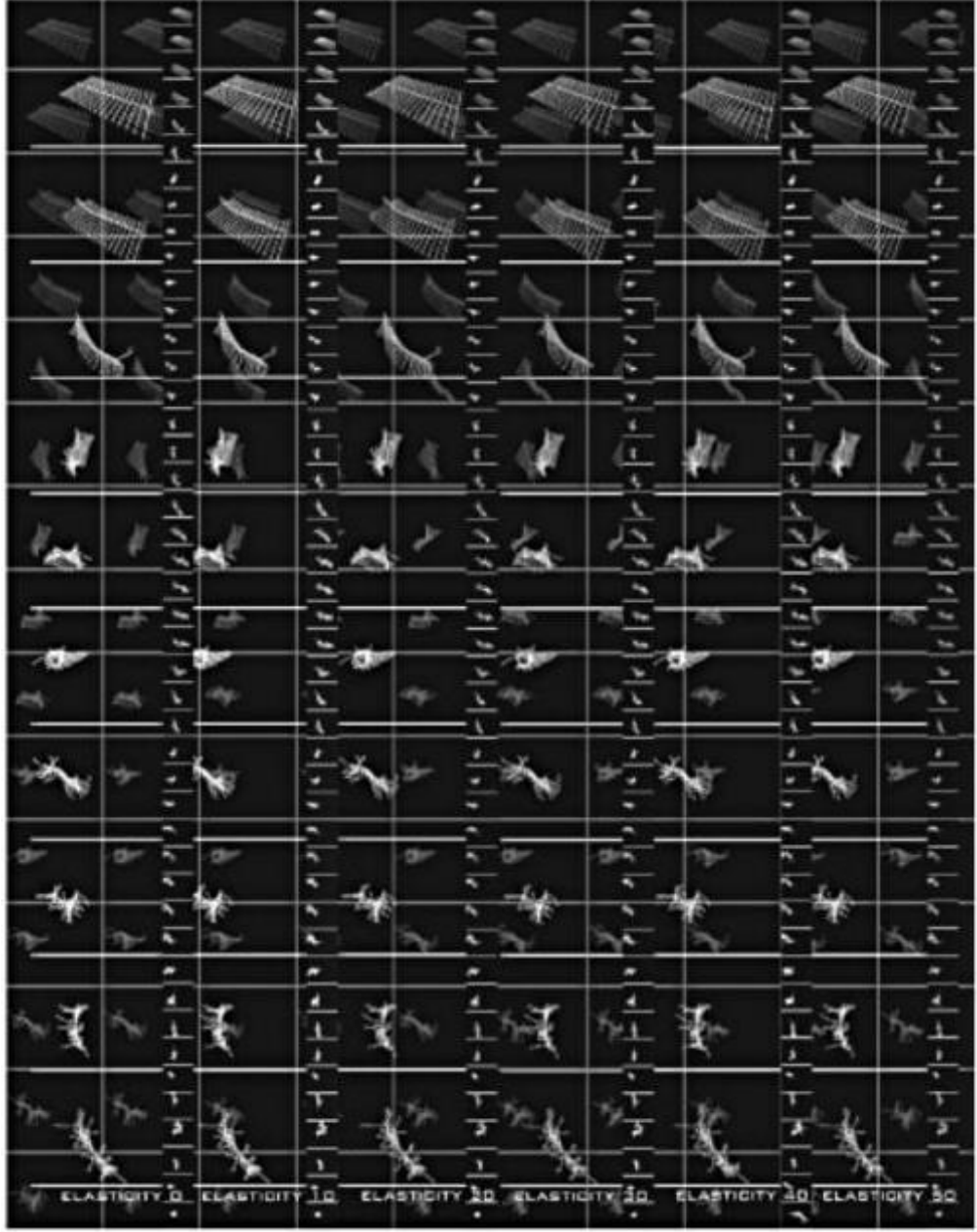
Şekil 3.20 : “Confluence of commerce” tasarım alternatifleri (Rahim, 2005).

3.4.2.2 Bilişim Araç ve Ortamlarının Kullanımı

CAP tasarım grubunun (Ali Rahim & Hina Jamelle) Ticaret Merkezi (Confluence of Commerce) projesi, üretken tasarım tekniklerinin ve bilişim araçlarının dinamik mekanlar oluşturmak için kullanılması açısından önemli bir örnektir.

Projede, teknoloji sadece teknik bir araç olarak değil aynı zamanda farklı kültürel etkiler ve yenilikler oluşturabilecek bir ortam olarak değerlendirilmektedir. Çeşitli animasyon ortamları kullanılarak gerçekleştirilen tasarımda, ekonomik, sosyal ve ticari etkenler tasarımın şekillendiricileri olarak ele alınmıştır. Rahim (2005),

animasyon tekniğini kullanarak gerçekleştirdikleri tasarımda farklı performans boyutlarının birbirini etkileyerek (ekonomik, sosyal, ticari vs.) bir sistem oluşturduğunu, bu sistemin beliren (emergent) tasarım olanakları sunduğunu söylemektedir.

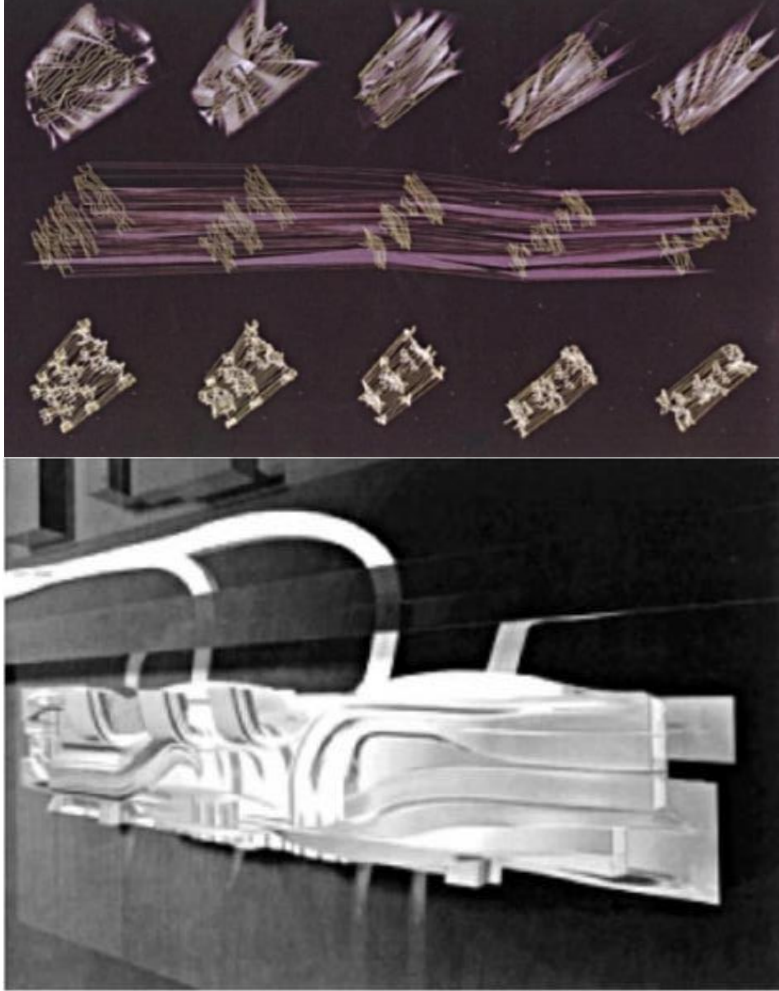


Şekil 3.21 : IK ters kinematik zincir ile niceliksel ve niteliksel boyutların tasarım sürecinde değerlendirilmesi, mekân hiyerarşisi araştırması (Rahim,2005).

Ters kinematik (IK- Inverse Kinematics) ortamlar kullanılarak biçimlendirilen tasarımda, farklı tasarım hedeflerinin değerlendirilmesi tasarım süreci ile eş zamanlı gerçekleşmektedir (Şekil 3.21).

3.4.2.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi

Confluence of Commerce örneğinde, farklı ölçek ve özellikteki mekanların yapı içerisindeki dağılımına göre ekonomik performansın azami seviyeye çıkarılması hedeflenmiştir.



Şekil 3.22 : İnsan yönelimleri ve topografik verilerin animasyon ortamında etkileşmesi (Rahim,2005).

Mekânlar arasında oluşabilecek değişik ilişkiler simüle edilerek, farklı kamusal ve ticari mekânsal ilişkiler yapının ekonomik performansını arttırmak için değerlendirilmiştir. Sinema, tiyatro, kafe gibi mekanların alışveriş mekanları ile farklı ilişkisi seçenekleri en yüksek ekonomik performansı elde etme hedefi ile animasyon ortamında simüle edilerek, çeşitli insan hareketi ve sosyal etkileşim yönelimleri oluşturulmuştur. İnsan yönelimleri ve topografik verilerin animasyon ortamında etkileşmesi ile elde edilen sonuçlar doğrultusunda mekansal ilişkiler kurulmuştur (Şekil 3.22).

3.4.3 Katar eğitim ve konferans merkezi

3.4.3.1 Projenin tasarım hedefleri

Arata Isozaki, Katar Eğitim ve Konferans Merkezi yapısının tasarımını tasarım sürecinin en başından üretim sürecinin sonuna kadar iş birliği içerisinde olduğu mühendis Mutsuro Sasaki'yle birlikte gerçekleştirmiştir. Kongre merkezi yapısı 250 metre uzunluğunda ve 30 metre genişliğindedir ve taşıyıcıları sadece iki adet destek noktasından yere oturmaktadır. Yapının strüktürü Katar'ın endemik Sidra ağacından esinlenilerek tasarlanmıştır (Şekil 3.23).

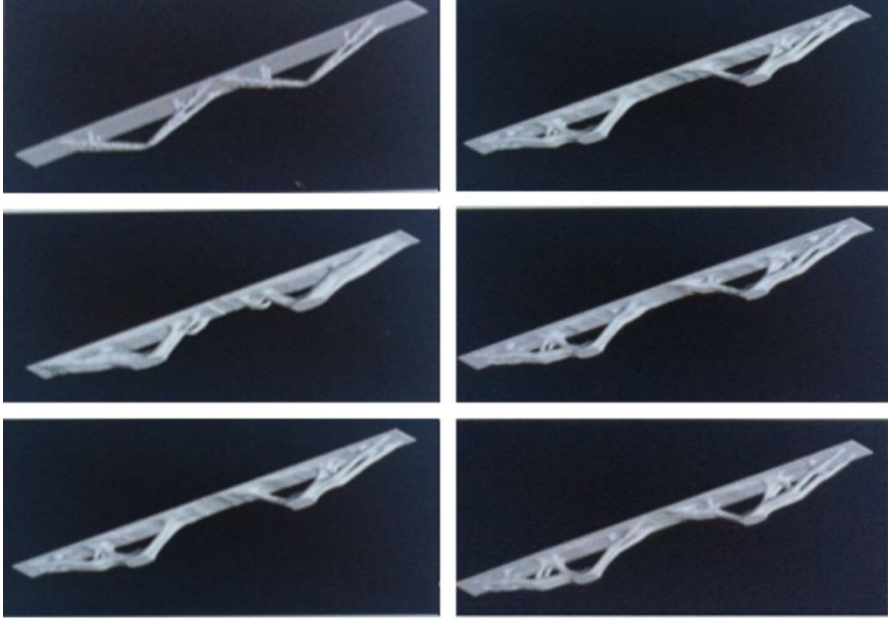


Şekil 3.23 : Katar Eğitim ve Konferans Merkezi (Url-21).

3.4.3.2 Dijital Tasarım Araç ve Ortamlarının Kullanımı

Yapının strüktürünün tasarımında EESO (Extended Evolutionary Structural Optimization) kullanılarak evrimsel strüktürel optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Bir bloktan eksiltilerek gerçekleştirilen hesaplama sonucunda geriye kalan biçim, taşıyıcı sistemi oluşturmuştur. EESO ile malzeme kullanımını en aza indirerek en iyi strüktürel performansın sağlanması hedeflenmiştir (Burry, 2012).

Biçimin oluşturulmasından sonra, strüktürün oluşturulması sürecinde harcamaların en aza indirilmesi için strüktürel analizler yapılmıştır (Şekil 3.24 ve 3.25).



Şekil 3.24 : EESO ile tasarım süreci (Burry,2012).



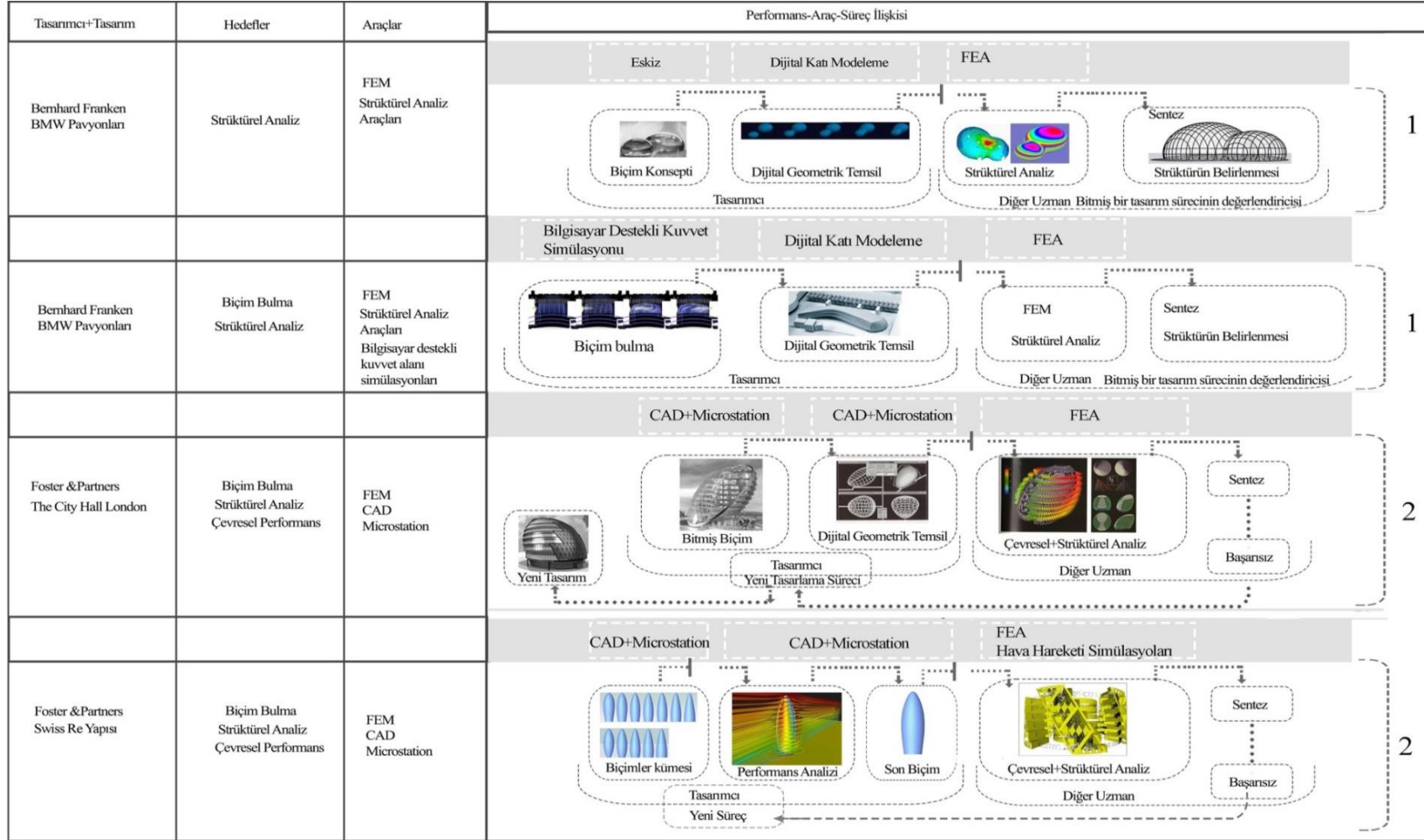
Şekil 3.25 : Strüktürel kesitlerin belirlenmesi (Burry 2012).

Altıgen kesitli saç profillerden oluşan, her biri birbirinden farklı panelleri yerlerine yerleştirmek için panellerin her birine etiketleme yöntemi uygulanmıştır (Burry 2012).

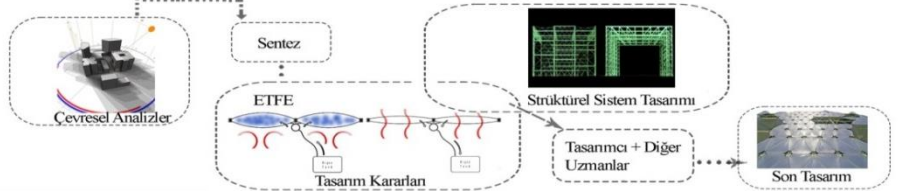
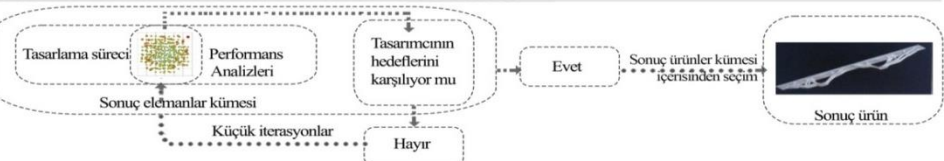
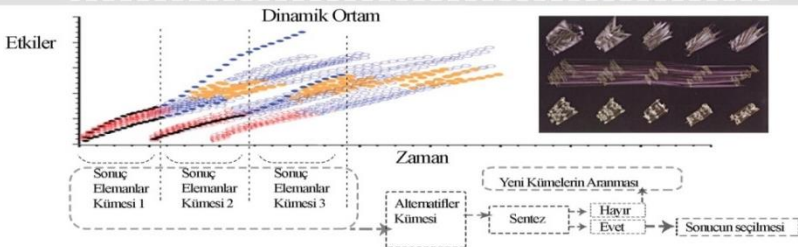
3.4.3.3 Tasarım süreci ve performans ilişkisi

Tasarımın en başından sonuna kadar yapılan işbirliği ve teknolojinin doğru yönde kullanılması ile strüktürün tasarımında bütünleşik bir yaklaşım sergilenmiştir. Performans tabanlı tasarım, biten bir tasarım sürecinin değerlendiricisi olarak değil, biçimsel sınırları zorlayan, fikirlerin ve ideallerin materyalleşmesini sağlayan bir yönlendirici olarak ele alınmıştır. Bu örnekte yalnızca strüktürel olarak ele alınan hedef, tasarım süreci ile oldukça iyi entegre edilmiştir. Tasarımın strüktür boyutu ile bütünleşik bir tasarımın gerçekleştirilmesi ve materyalleştirilmesi, tasarımın strüktür dışındaki boyutlarının da bütünleşik olarak ele alınabileceğini ve daha yenilikçi ve yaratıcı süreçlerin doğmasının mümkün olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.1(a): Performans-araç-süreç ilişkisinin incelenmesi



Çizelge 3.1(b): Performans-arac-süreç ilişkisinin incelenmesi

			CAD-Ecotect	Isı-Işık-Hava Ölçüm Sensörleri	ESO	
Enric Ruiz Geli Media TIC Brüks	Strüktürel Analiz Çevresel Performans	ESO CAD Ecotect Isı-Işık-Hava Ölçüm Sensörleri				3
			Evrimsel Strüktürel Optimizasyon Parametrik ve Üretken Tasarım Araçları			
Frei Otto&Kristina Shea MAK Center of Art and Architecture	Biçim Bulma Strüktürel Performans Ekonomik Performans	Parametrik ve Üretken Tasarım Araçları ESO				4
			Evrimsel Strüktürel Optimizasyon Parametrik ve Üretken Tasarım Araçları			
A. Isozaki & RHWL Architects Katar Eğitim ve Konferans Merkezi	Biçim Bulma Strüktürel Performans Ekonomik Performans	Parametrik ve Üretken Tasarım Araçları ESO				4
			IK- Inverse Kinematics Animasyon			
Ali Rahim & Hina Jamelle CAP Ticaret Merkezi	Biçim Bulma Strüktürel Performans Ekonomik Performans	Parametrik ve Üretken Tasarım Araçları ESO				4

4. (TASARIMIN PERFORMANSINI DEĞERLENDİRME AMACI İLE KULLANILAN) BİLİŞİM ARAÇLARI VE POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ

Performans analizi yapan bilişim araçlarının denizcilik, havacılık-uzay ve mühendislik disiplinlerinden sonra mimari tasarımda da analiz amaçlı kullanılması, farklı disiplinlere ait bilgilerin mimari tasarım sürecine katılmasını tetiklemiştir. Bu yüzden, tasarlama süreçlerine farklı disiplinlere ait bilgilerin katılması son zamanlarda önem kazanan bir konu olmaktadır.

Bilgi ve teknoloji çağında , ayrışan disiplinleri yeniden bütünleştirme çabaları ile yeni tasarım düşüncelerinin tartışıldığı bir tasarım ortamında geleneksel tasarım araçlarının yeterli olmadığı ve günümüz tasarım problemlerinin karmaşıklığına cevap veremediği açıktır. Var olan araçların yetersizliğine ve farklı araçların gereksinimine, bilişim teknolojileri ile çözüm aranmıştır.

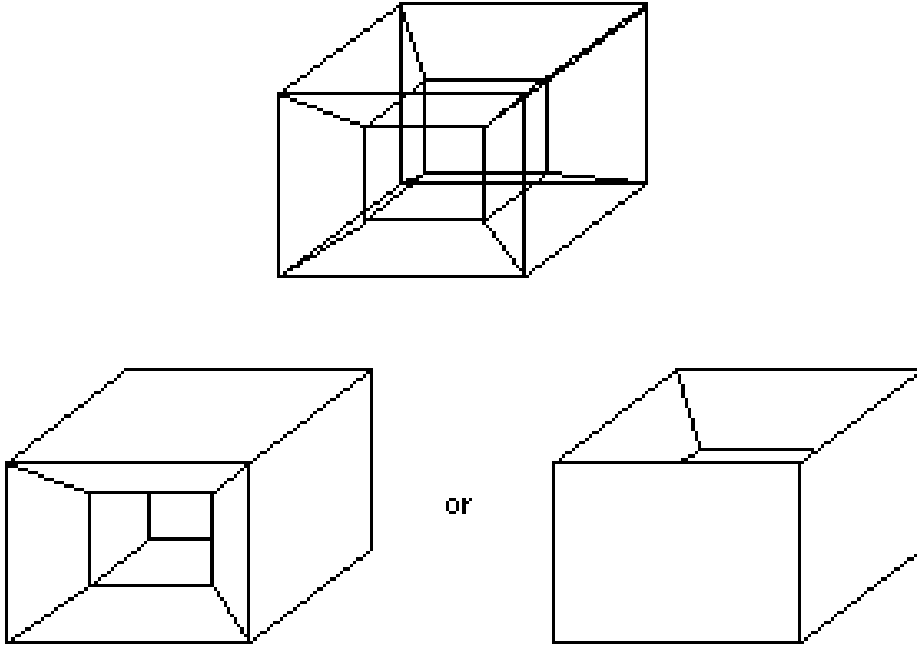
Geliştirilen tasarım araçları, spesifik amaçlara yönelik üretilmiştir. Araç geliştirme sürecindeki ilk gelişmeler, önceden kullanılan araçların karmaşık geometrileri ortaya koymadaki kısıtları nedeni ile geometrik temsil hedefi ile geliştirilmiştir. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) araçlarının ilk ortaya konulan örneklerinde, kâğıt ortamında yapılan teknik çizimin iş yükünün azaltılması ve bilgisayar ortamında yapılması hedeflenirken, ileriki örneklerde geometrik karmaşıklık ile başa çıkmaya yönelik hedefler göze çarpmaktadır.

Ancak biçimsel endişelerin ötesinde, performans hedefleri mimari tasarım sürecinin bir parçası olmaya başladıkça gereksinimler ve ihtiyaç duyulan araçlar değişmiştir. Bu ihtiyaçlar dolayısıyla mühendislerin performans analizi amacı ile kullandıkları araçlar mimari tasarımda da kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede tasarlanan ürünün performansının değerlendirilmesi, tasarlama sürecinin ilk aşamalarından itibaren değerlendirilmeye ve göz önünde bulundurulmaya başlanmıştır.

4.1 Üç Boyutlu Geometrik Modelleme

Bilgisayar destekli tasarım kavramı, teknik çizim yükünü azaltmak için geliştirilen araçlar ile birlikte literatüre girmeye başlamıştır. Bu kavram, teknik çizimin yanı sıra tasarı geometrisini de kapsamıştır. Bu sebeple Bilgisayar Destekli Çizim (Computer Aided Drafting) olarak literatüre yerleşen kavram Bilgisayar Destekli Tasarım ve Çizim (Computer Aided Design and Drafting) olarak değişmiştir. 3 boyutlu modelleme ve geometrik tanım, tasarım sürecinin önemli bir parçasıdır ve süreç içerisinde geometrilerin hızla üretilmesini sağlayarak, yapılan araştırmaların kalitesi ile birlikte sayısının artmasını ve sürecin zenginleşmesini sağlamaktadır (Arangarasan ve Gadh, 2000).

Bir geometrinin bilgisayar dilindeki matematiksel tanımı geometrik modellemenin temelini oluşturmaktadır. Geometrilerin birbirlerine bağlı teller ile temsil edildiği tel çerçeve modelleri, geometrik modellemenin farklı temsil yöntemlerinden en temelini oluşturmaktadır (Şekil 4.1).

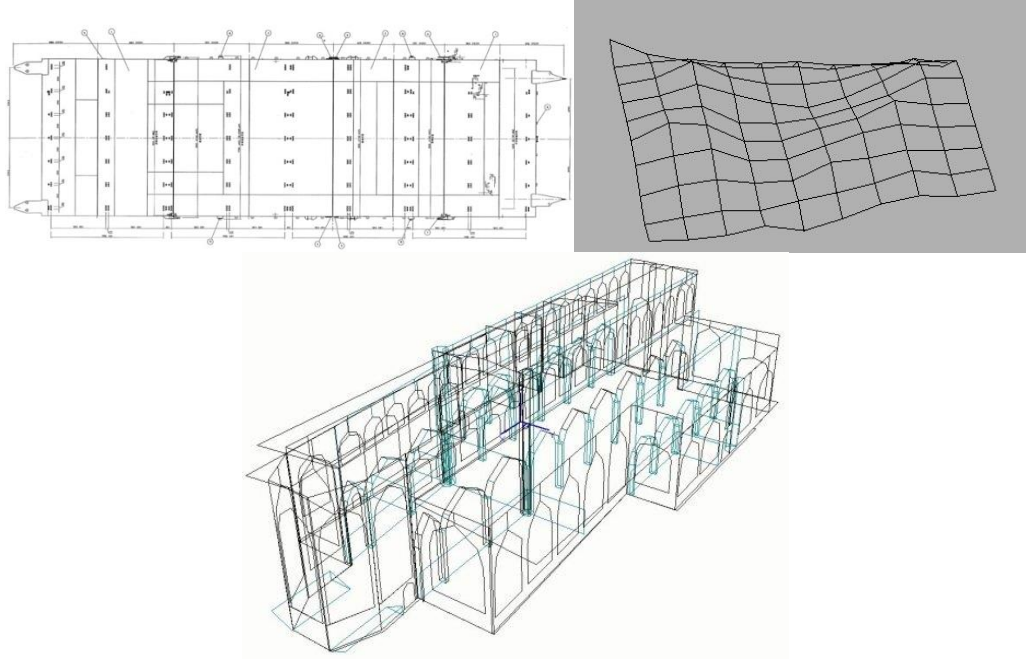


Şekil 4.1 : Tel çerçeve geometrik modelleme yöntemi (Url-21).

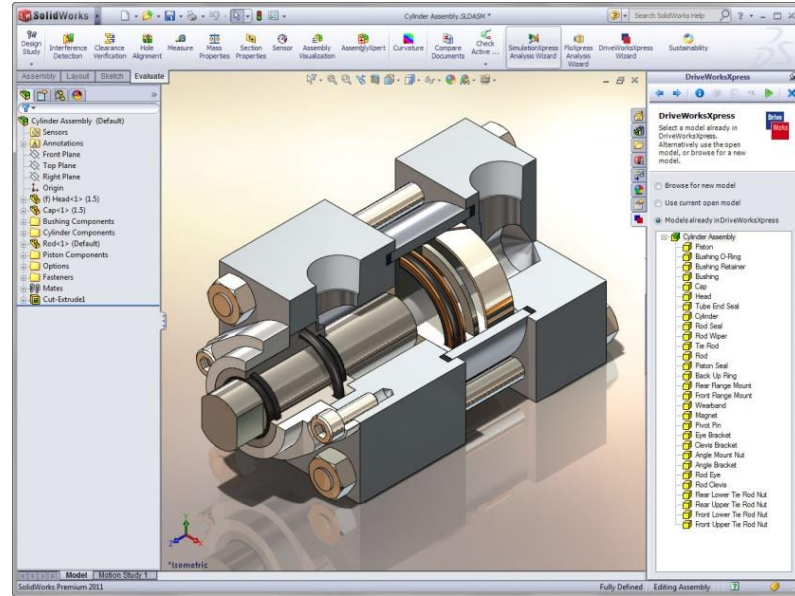
Sarcar ve diğerleri (2008), tel çerçeve modelleme yöntemlerini 3 farklı şekilde sıralamıştır (Şekil 4.2):

- Geometrinin 2 boyutlu temsili
- Geometrinin 2 boyutlu düzlemde 2,5 boyutlu temsili
- Geometrinin tüm özellikleri ile birlikte 3 boyutlu temsili

3 boyutlu geometrik modellemenin diğ er yöntemi ise, 3 boyutlu katı geometriler ile objelerin temsil edildiğ i katı modellerdir. Bu temsil yöntemi ile 3 boyutlu objeler kullanılarak daha kompleks geometriler temsil edilebilmektedir (Ş ekil 4.3).



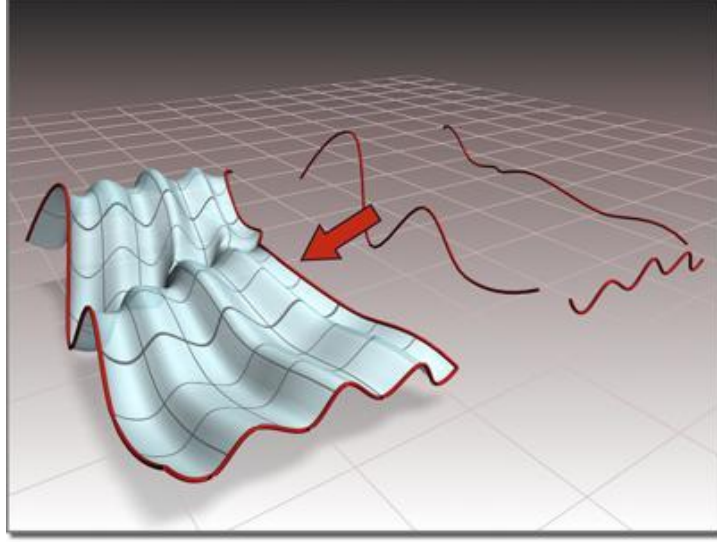
Ş ekil 4.2 : 2, 2.5 ve 3 Boyutlu Temsil (Url-22).



Ş ekil 4.3 : 3 boyutlu katı modelleme ile temsil (Url-23).

Serbest biçimli yüzey modelleme yöntemi, üçüncü modelleme grubu olarak gösterilmektedir. NURBS (Non-Uniform Rational Bezier Splines) adı verilen eğrilerinin matematiksel tanımları bu geometrik tanım yöntemi ile yapılmaktadır. İlk olarak havacılık ve uçak sanayiinde tasarım için kullanılan bu yöntem, son

zamanlarda mimari tasarımda da serbest yüzeylerin oluşturulmasına izin vermesi dolayısıyla tercih edilmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 : NURBS ile temsil (Url-24).

3 boyutlu temsiller parametrik ve parametrik olmayan olarak ikiye ayrılmaktadır.

4.1.1 Kısmen Parametrik Araçlar

Kısmen parametrik olan araçlarla yapılan modelleme, geleneksel bir yöntem olarak kabul edilebilir. Bu araçlar detaylandırma ve görselleştirme için kullanılmaktadır. Ancak, çeşitli eklentiler yardımı ile (Maxscript Rhinocript vb.) bu araçlar parametrik modeller oluşturmak ve betikleme amaçları ile de kullanılabilir. Mimarlık pratiğinde yaygın olarak kullanılan bu araçlar Çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1: Kısmen parametrik bilişim araçları

Kısmen Parametrik Bilişim Araçları	Web Sitesi
AutoCAD	www.autodesk.com
SketchUp	http://sketchup.google.com
Maya	www.alias.com
3D Studio Max	www.discreet.com
Houdini	www.sidefx.com
Rhinoceros	www.rhino3d.com
Cinema4D	www.maxon-computer.com
Lightwave	www.newtek.com
Caligari Truespace	www.caligari.com
SoftImage	www.softimage.com

4.1.2 Parametrik Araçlar

Bugün kullanılmakta olan diğer CAD araçları parametrik araçlar (tasarım parametrelerinin kontrolüne tamamen ya da büyük ölçüde imkan veren araçlar) olmaktadır. Parametrik araçların kullanımı verimli geometrik varyasyonlar ve parametrik yapı modeli ve oluşturmak için tasarımcılara yardımcı olmaktadır. Mimarlıkta parametrik tasarımın en olumlu özelliklerinde biri, sadece biçim varyasyonları yaratmak temel amacı ile değil, aynı zamanda performans tabanlı tasarımı destekler nitelikte bir model oluşturmayı destekliyor olmasıdır. Bu araçlar, modellerin değişimi ve yeniden üretimi için gereken zaman ve çabayı düşürmüştür (Yoo ve diğerleri, 2010). Mimarlık pratiğinde kullanılmakta olan parametrik bilişim araçlarının listesi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

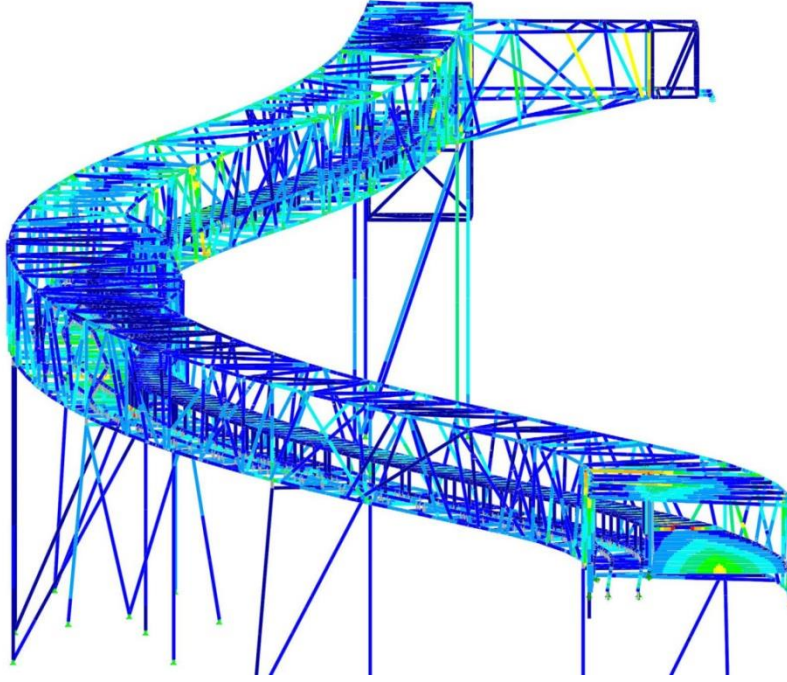
Çizelge 4.2: Parametrik bilişim araçları

Parametrik Bilişim Araçları	Web Sitesi
Autodesk Revit	www.autodesk.com
GenerativeComponents	www.bentley.com
Rhino-Grashopper	www.grashopper.com
ParaCloud Modeler	www.paraclouding.com
CATIA	www.3ds.com

4.2 Sonlu Elemanlar Yöntemi ve Analiz Araçları

Bilgisayar Destekli Analiz (Computer Aided Analysis) kavramı ilk olarak Bilgisayar Destekli Mühendislik (Computer Aided Engineering) alanının altında ortaya çıkmış olsa bile, günümüzde mimari tasarım alanında da karşımıza çıkmaktadır.

Meguid’e göre (2012), bütün gelişim süreçlerine iterasyonlar hakim olmaktadır ve bütün gelişim süreçleri deneme yanılma sonucunda kazandığımız tecrübe ve bilgilerden oluşmaktadır. Edinilen tecrübe ve bilgi, ileriki tasarlama süreçleri için bir altyapı oluşturarak gelecek süreçlere katkı sağlamaktadır. Meguid (2012), Integrated Computer Aided Design adlı kitabında deneme yanılma yöntemlerini kullanarak, performans analiz yöntemlerinin daha yaratıcı, güvenli ve ekonomik tasarımlar yapmayı desteklemenin yanı sıra, tasarımların kişisel hedefleri karşılayacak şekilde geliştirilebileceğini göstermektedir.



Şekil 4.5 : Sonlu Elemanlar Yöntemi ile geçit tasarımı, Lengfeld & Wilisch Architects (Url-25).

Sonlu Elemanlar Yöntemi (Finite Elements Method), dijital ortamdaki en güçlü performans analiz yöntemi olarak gösterilmektedir. Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte, sonlu elemanlar yöntemi mekanik analizlerin ötesine geçerek özel ihtiyaçlara göre geliştirilmiş ortamlar sağlamaktadır (Şekil 4.5). Akışkan analizleri, sıvı analizleri, rüzgâr ve hava akım analizleri, strüktür analizleri, statik ve dinamik analizler, elektromanyetik analizler, termal analizler, multifizik analizler bu yöntemle yapılabilmektedir.

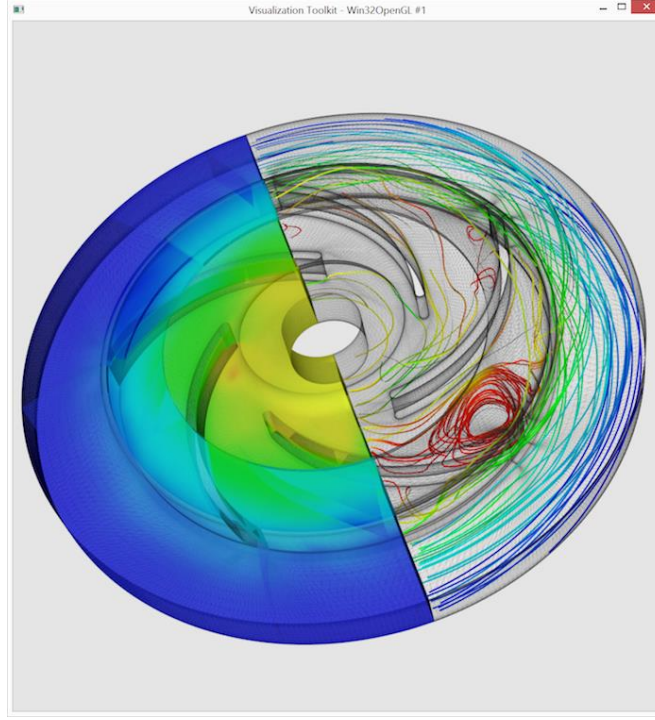
4.2.1 Akışkan analizleri

Computational Fluid Dynamics (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) alanının bir parçası olan akışkan analizleri, akışkan hareketleri konusunda karşılaşılan sorunların çözümünü için geliştirilmiş matematiksel analizlerdir. Akışkan analizleri çeşitli yöntemlerle sayısal verilere dönüştürülmektedir ve bunlardan en sık karşılaşılanı sonlu elemanlar yöntemidir.

Sıvı ve gazların hareketleri alanında karşılaşılan problemlere akışkan analizleri sayesinde çözüm getirilmektedir. Hesaplanması zor olan matematiksel analizlerin yapılmasında kullanılan bu analiz araçları, özellikle mühendislikte önemli zaman kazanımlarına olanak sağlamaktadır (Cottrell ve diğerleri,2009).

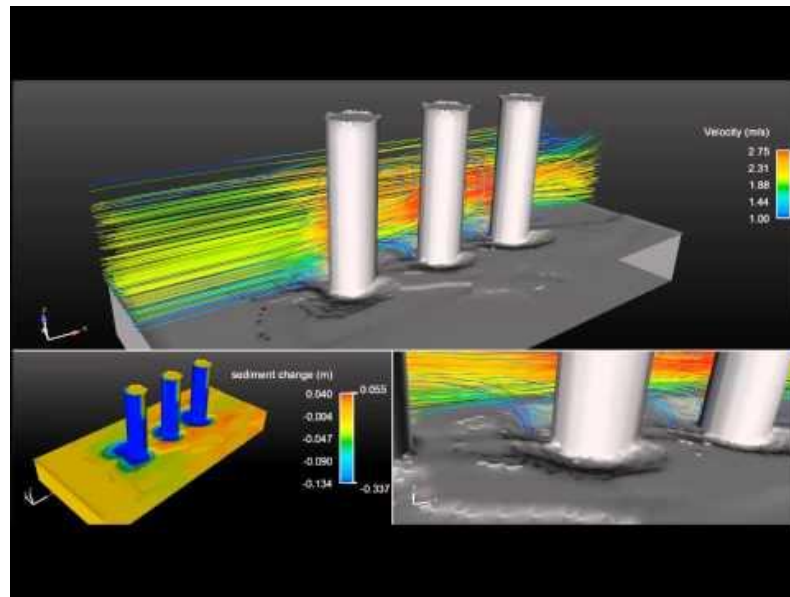
4.2.1.1 Sıvı analizleri

Sıvı analizleri, sıvılar ile ilgili karşılaşılan problemlerde gerekli sistem ve güvenlik ihtiyaçlarını karşılamak için genellikle mühendislerin kullandıkları bir analiz çeşididir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 : Bir sıvının güzergahı üzerinde karşılaşılan türbülansın analizi (Url-26).

Özellikle büyük ölçekli yapıların yüzeylerini etkileyen sıvıların ivme, hız, türbülans değerleri gibi hesaplamaları ve bu yapıların tasarımları için kullanılmaktadır.

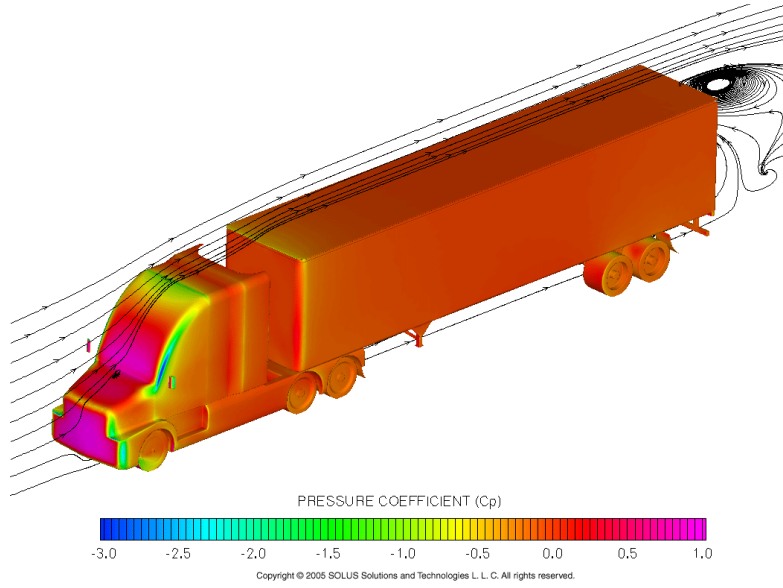


Şekil 4.7 : Sıvı akışı yüzünden taşıyıcılarda toplanan sediment analizi (Url-27).

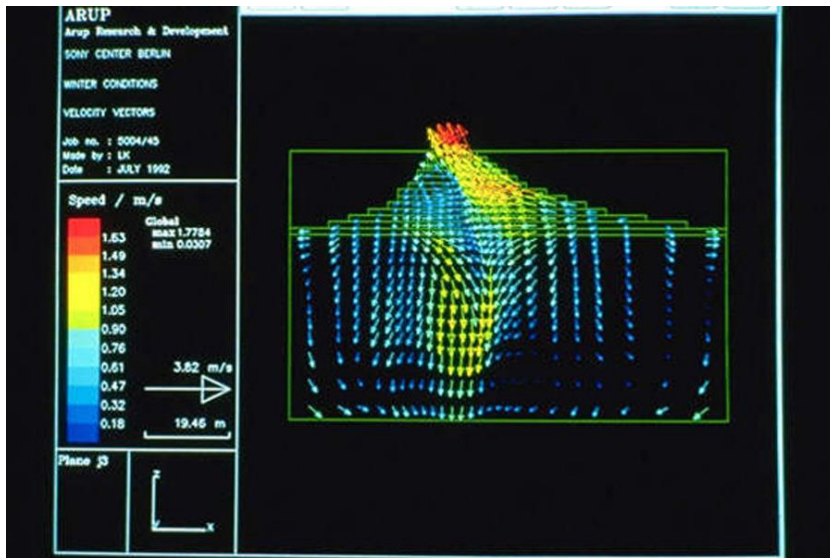
Bunun yanı sıra, bu analiz araçları çeşitli sıvıların yarattığı tasarım problemlerinin çözümünde de kullanılmaktadır. Mesela, akarsular ile taşınan toprak miktarlarının ve bunların birikebileceği bölgelerin analizleri bu araçlar ile yapılmaktadır (Şekil 4.7).

4.2.1.2 Rüzgar ve hava akım analizleri

Akışkan analizlerinin diğer bir türü rüzgar ve hava akım analizleridir. Özellikle otomobil, havacılık-uzay ve gemi inşası endüstrilerinde biçim tasarımı aşamasında ve aerodinamik gereksinimlerin karşılanması için kullanılan bir analiz türüdür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 : Rüzgarın biçim üzerinde oluşturduğu etki analizi (Url-28).



Şekil 4.9 : Sony Center yapısının atriyum tasarımının ARUP tarafından yapılmış rüzgar davranışı analizi (Url-29).

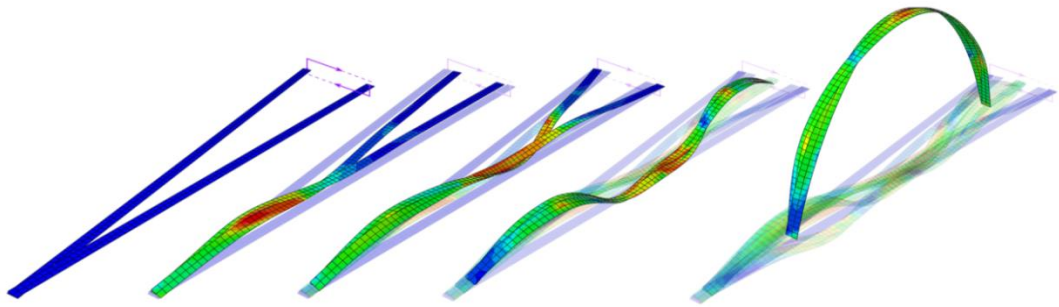
Rüzgâr ve hava akım analizleri, özellikle performans tabanlı tasarım alanında yapıların pasif enerji sağlaması, sürdürülebilirlik, yapı yöneliminin ayarlanması, yüksek yapılarda yapıya etkiyen yükün azaltılması ve biçim bulma çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Şekil 4.9).

4.2.2 Strüktür analizleri

Strüktür analizleri türleri en yaygın olarak yapı mühendisleri tarafından kullanılmaktadır. Yapıların ve nesnelerin belirlenen yük etkileri altında taşıyıcı kapasitelerinin ve malzeme özelliklerinin verdikleri tepkinin hesaplanması amaçlanmaktadır. Strüktür analizleri, mimari yapılar dışında mobilya, araç, biyolojik oluşumların strüktürlerine ve çeşitli malzemelere de uygulanabilmektedir. Bu analizler sayesinde taşıyıcıların kuvvetler altında meydana getirdiği yer değiştirmeler, iç kuvvetler, çekme kuvvetleri, mesnet tepkileri ve dayanıklılık analizleri gibi farklı performanslar analizleri yapılabilmektedir.

4.2.2.1 Statik analizler

Yapıların statik analizlerini yapabilmek için kuvvetler, malzeme özellikleri, deformasyon durumları ve geometriler tanımlanmış olmak zorundadır. Bu veriler sağlandıktan sonra statik analizler sonucunda yapıların durağan halleri için gerekli olan yer değiştirme, yapı üzerindeki iç kuvvet değerleri ve buna bağlı olarak oluşan mesnet tepkileri gözlenebilmektedir (Şekil 4.10).

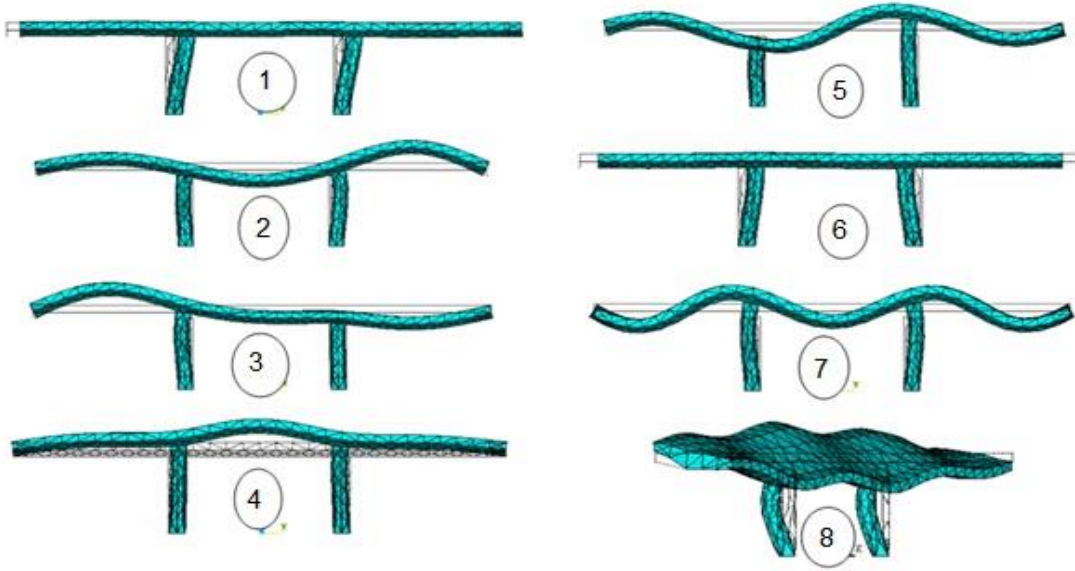


Şekil 4.10 : Ahşap bir strüktürün farklı biçimlerdeki taşıyıcı davranışları (Url-30).

Bu analiz araçları ile yapılan analizler strüktür davranışlarını ileri detayda ortaya koymasalar bile, tasarımın erken aşamalarında tasarımcılara genel strüktürel davranışa dair fikir verebilecek niteliktedir.

4.2.2.2 Dinamik analizler

Dinamik analizlerin statik analizlerden farkı, taşıyıcı elemanların durağan olmayan yükler altındaki performanslarının değerlendirmesini yapabiliyor olmalarıdır. Mesela, deprem kuvvetleri altına strüktürün zamanla değişen durumlara verdiği tepkinin hesaplanarak modellenmesi bu analizlere örnek olarak gösterilebilir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 : Beton bir köprü strüktürünün deprem yükleri altında dinamik analiz araçları ile strüktürel performans analizleri (Url-31).

Hareket halindeki bir makina kolunun çalışması sürecinde üzerindeki yük değişimlerinin ve makina kolunun bu yük değişimlerine nasıl tepki verdiğinin görselleştirilmesi dinamik analiz araçlarının özelliklerine örnek olarak gösterilebilir.

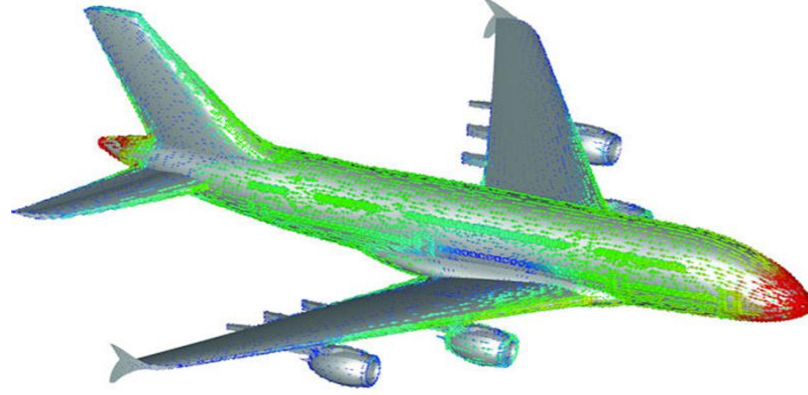
Strüktürün maruz kalacağı yüklerin ve bu yüklerin zamana bağlı değişimlerinin önceden tanımlanması, dinamik analiz araçları ile analiz gerçekleştirebilmek için mutlaka gerekli olmaktadır.

Statik analizler ile kıyaslandığında, dinamik analizler çok daha detaylı sonuçlar ortaya koymaktadırlar ve strüktür, malzeme davranışının gerçeğe en yakın şekilde gözlenmesine imkan vermektedirler.

4.2.3 Elektromanyetik analizler

Elektronların hareket etmesi sonucunda çevrede oluşturdıkları elektro magnetik (EM) çekim kuvveti ve bu elektro manyetik kuvvet sayesinde oluşan magnetik alanın fiziksel çevre ile etkileşiminin görselleştirilmesi elektromagnetik analiz araçları ile

gerçekleştirilmektedir. Comsol adlı yazılım bu konuda son yıllarda geliştirilmiş en güçlü simülasyon programlarından birisi olarak fizik ve elektronik alanında araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

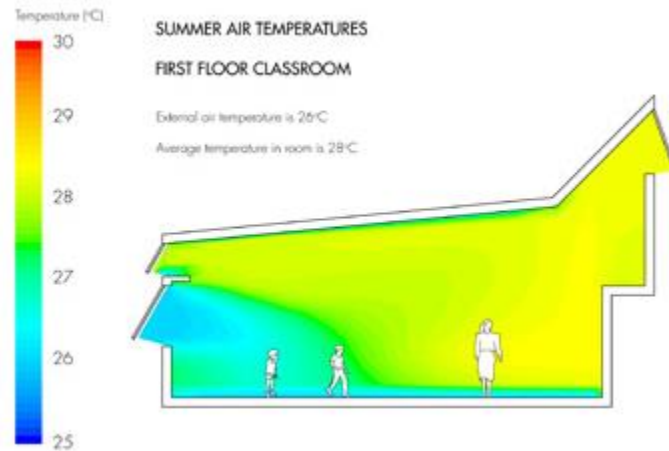


Şekil 4.12 : Elektromanyetik analiz araçları kullanılarak görselleştirilmiş elektromanyetik alan (Url-32).

Bu araçlar özellikle biyomedikal ile ilgili tasarımlarda, elektronik aletlerin çevre ile etkileşmesi sonucu oluşan radyasyon hesaplarında, EM alıcı verisi verici analizlerinde, uzaktan algılama gibi pek çok analizin kullanılmaktadır (Şekil 4.12).

4.2.4 Termal analizler

Termal analizler, ısı ve sıcaklıktaki değişimin fiziksel çevredeki etkisinin gözlemlenmesini ve hesaplanmasını sağlamaktadır. İlk önce malzeme biliminde yaygın olarak kullanılan termal analizler, daha sonra modern dünyadaki enerji ihtiyaçlarının önem kazanması ile birlikte diğer disiplinler tarafından da kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 4.13 : Bina kesiti üzerindeki yaz mevsimi ısı dağılımının görselleştirilmesi (Url-33).

Özellikle sürdürülebilirlik konusunun önem kazanması ile birlikte bu araçlar mimarlar ve mühendisler tarafında enerji performansı yüksek yapıların tasarlanması için kullanılmaktadır.

Termal analiz araçları, mimari tasarım sürecinde ortaya koydukları veriler sayesinde güneş enerjisinin ve farklı enerji türlerinin hesaba katılarak aktif ve pasif enerji stratejileri geliştirmeyi mümkün kılmaktadır (Şekil 4.13). Böylece, enerji performansı daha yüksek tasarımların yapılmasına yardımcı olmaktadır.

4.2.5 Multi-fizik analizler

Şimdiye kadar bahsedilen analiz araçları, her bir analiz aracının özel bir amaca yönelik sonuçlar sunduğu, daha çok fiziksel çevrenin sanal modellerinin oluşturulması üzerine geliştirilmiş araçlardır. Her araç, kendi özel amacına dair çözümler getirmektedir.

Bilişim teknolojisinin gelişmesi ve karşılaşılan problemlerin tek bir amaca yönelik olmaması, daha karmaşık problemler ile karşılaşılması sebebi ile bu araçlar tek başlarına yetersiz kalmaya başlamışlardır. Aynı problemin çözümünde bu araçların farklı farklı kullanılması mümkün olsa bile, bu durum fiziksel çevrenin kümülatif etkisinin hesaba katılmaması anlamına gelmektedir. Bu sorundan yola çıkılarak, farklı problemlere aynı fizik kurallarının geçerli olduğu bir ortamda ele alabilecek bir sanal ortama ihtiyaç duyulmuştur. Bu sayede, multifizik analizlere olanak sağlayacak analiz araçları geliştirilmiştir. Bu araçlara en güzel ve güçlü örnek olarak Comsol Multi-Physics ve Matlab Simulink modülü gibi yazılım grupları gösterilebilir.

Bu araçlar, fiziksel çevreyi sanal ortamda temsil ederek, gerçek çevreye en yakın şekilde matematiksel denklemler sayesinde çözümlemeyi amaçlamaktadır. Örneğin, bir akarsu üzerinde tasarlanan bir barajın strüktürel performansının, durağan halinin yanı sıra taşkın durumlarda, su sıcaklığının değişkenliğine göre analiz edebilecek, suyun debisinin betonu aşındırma durumlarını bile hesaplayabilecek analizlerin aynı ortamda, tüm verileri göz önünde bulundurarak yapmaya imkân vermektedirler.

4.3 Benzetim Modelleri (Simülasyonlar)

Simülasyonlar, diğer bir deyişle benzetim modelleri, karmaşık sistemlerin tasarımı ve analizinde kullanılan en güçlü analiz araçlarından birisidir. Genel anlamda benzetim, zaman içerisinde bir sistemin işleyişinin taklididir. Çeşitli koşullar altında sistemin

tavrının gözlenebilmesi için, bu sistemin alt bileşenleri arasındaki ilişkilerin zaman faktörü üzerinden benzetiminin yapısıdır. Model, sistemin çalışması ile ilgili kabullerin bir setinden oluşur ve bu kabuller sistemi ilgilendiren ilişkiler arasındaki matematiksel, mantıksal ve sembolik ilişkiler ile ifade edilir (Ören ve diğerleri, 2006). Bu çerçevede benzetimler, sürece ilişkin yaklaşık ya da kesin bilgiler vererek bir deney ortamında çıkarımlar ve kestirimler yapmayı sağlar. Karmaşık sistemlerden oluşan problemlerde, simülasyonlar sayesinde sistem davranışının zamana bağlı değişimini gözlemlemek problem çözme sürecinde de etkili olmaktadır.

Bir model geliştirildikten ve geçerliliği sağlandıktan sonra, gerçek sistem hakkındaki çeşitli sorulara (what-if) cevap aramak için kullanılır. Kısacası bir benzetim modeli:

- Gerçek sistem üzerinde yapılacak değişikliklerin etkilerini tahmin etmek için bir analiz aracı,
- Yeni kurulacak bir sistemin performansına dair kestirimler yapmak için bir tasarım aracı olarak kullanılabilir.

Benzetim modelleri, mimarlık ve mühendislik disiplinlerinde deney olanaklarının kısıtlı olması sebebiyle tasarım sonrasına yönelik kestirimler yapmak için sıklıkla kullanılan araçlar haline gelmiştir. Ancak, yeni kurulacak bir sistemin performansını değerlendirmek için bir tasarım aracı olarak kullanılması, mimarlıkta henüz yaygın bir anlayış değildir.

Mimarlık disiplininde son zamanlarda bilişim teknolojilerinin yaygınlaşması ile birlikte kullanılmaya başlanan performans modelleri, gerçek hayatta karşılaşılabilecek karmaşık problemlere dair izlenimler edinmeye ve bu izlenimleri tasarımcının tasarlama sürecinde hesaba katmasına olanak sağlamaktadır.

Mühendislik ve mimarlık disiplinlerinde farklı hedeflere yönelik geliştirilmiş benzetim araçları karşımıza çıkmaktadır. Mühendislikte bu modeller deterministik sonuçlar üretmeye yönelik iken, mimarlıkta tasarıma yönelik beliren sonuçlar üretmeye yönelik de olabilmektedir.

4.3.1 Mimari tasarım amaçlı benzetim modelleri

Bilişim araçlarının mimari tasarım yöntemlerinde kullanılması ile beraber, benzetim modelleri de tasarlama sürecinde kullanılmaya başlanmıştır. Gölge ve güneş benzetim modelleri, mimari tasarım süreçlerinde aktif-pasif enerji ve

sürdürülebilirlik konuları altında enerji simülasyonları başlığıyla en yaygın kullanılan simülasyonlar olmaktadır (Gwynne ve diğerleri, 2004).



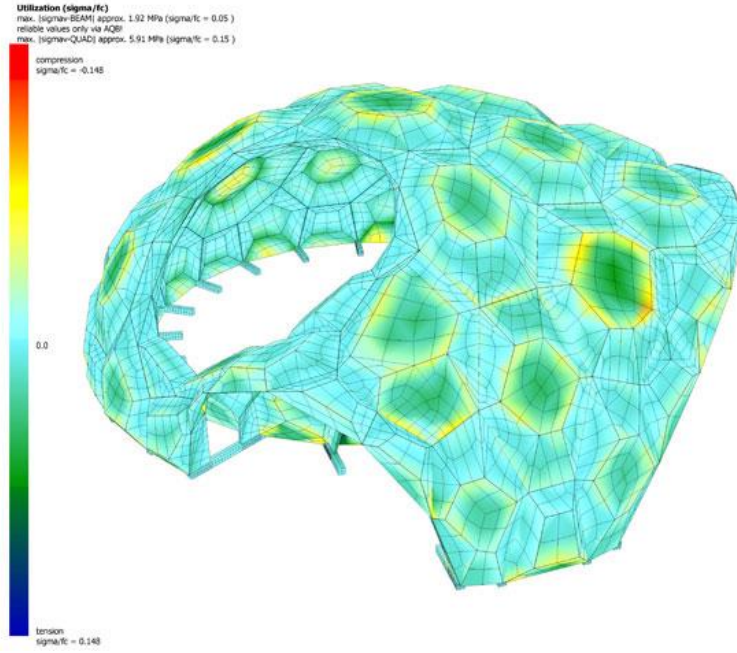
Şekil 4.14 : İnsan hareketinden yola çıkarak, kullanıcı hareketi benzetim modeli (Url-34).

Rüzgar akış modelleri ise, enerji simülasyonları konusu altında pasif iklimlendirme için kullanılan bir ortam olarak karşımıza çıkmaktadır. Akustik benzetim modelleri, fiziksel olarak deney ortamı oluşturmanın zor olduğu problemlerde, mimari tasarımda akustik tasarım amaçlı kullanılmaktadır.

Son zamanlarda mimari tasarımda dış etkenlerden ziyade, tasarımın öznesi olan insana ve kullanıcıya yönelik benzetim modelleri de kullanılmaktadır. Bu modeller, kullanıcı hareketlerinin benzetimlerinin oluşturarak, asıl kullanıma yönelik simülasyon kurgusunun yapılmasına ve tasarlama sürecinde dinamik kararların alınmasına yardımcı olmaktadır. Benzer bir şekilde, tahliye simülasyonları sayesinde yapılan çıkarımlar, tasarımın işlevsel verimliliğinin sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Şekil 4.14).

4.3.2 Taşıyıcı sistem tasarımı amaçlı simülasyonlar

Taşıyıcı sistem tasarımı amaçlı simülasyonlar ve analiz araçları, genellikle yapı mühendisleri tarafından strüktürün yükler altındaki davranışlarını gözlemlemek amacı ile kullanılmaktadır. Bu araçlar, taşıyıcı sistemin bütüncül hareketlerinin yükler altındaki deformasyonlar ve gerilim değişimleri açısından analizini kolaylaştırmaktadır.



Şekil 4.15 : Stuttgart Üniversitesi Araştırma Pavyonu Morfolojik İskelet Tasarımı Simülasyonu (Url-35).

Deprem yükleri, değişen rüzgar etkisi gibi zamana bağlı değişim gösteren dinamik etkileri simüle ederek tasarım için bir deney ortamı sağlamaktadır. Bu deney ortamı, diğer simülasyon araçları ile benzer bir şekilde tasarımcının karar vermesine yardımcı olmaktadır (Şekil 4.15).

Bu simülasyonlar durağan olmayan strüktürlerin tasarımına yardımcı olmaktadır. Statik sistemlerle kıyaslandığında, çok daha karmaşık dinamik sistemlere çözüm getirmesi ve bu sayede zaman parametresinin sürece dahil edilmesinden dolayı, simülasyon (benzetim araçları) statik analiz araçlarının ötesine geçmektedir.

4.4 Bina Bilgi Modelleri

Bina bilgi modelleri (BBM) geometri, mekansal ilişkiler, ışık çözümlemesi, coğrafik bilgi ve bina bileşenlerinin miktar ve özelliklerini (örneğin imalatçı ayrıntıları) kapsamaktadır. BBM, inşaat ve tesis işlemlerini de dahil olmak üzere tüm binanın yaşam döngüsünü göstermek için kullanılabilir. Miktarlar ve malzemelerin ortak özellikleri kolayca çıkarılabilir.

BBM, ürün geliştirme alanında ürün yaşam çevrimi (product lifecycle) yazılımlarına eş olarak gösterilebilir, çünkü geometrinin ötesine geçerek Maliyet Yönetimi, Proje

Yönetimi gibi konulara da eğilmektedir ve bina yaşam döngüsü süreçlerinin çoğunda eşzamanlı olarak çalışabilmeye olanak sağlamaktadır.

BBM, bir binayı inşa etmekte kullanılan parça ve kısımların modellemesini yapma yoluyla pek çok iyileştirme başarabilir. Bu, birleştiklerinde nesneleri temsil eder hale gelen vektör dosyası temelli çizgilerle çizim yapma şeklinde olan geleneksel bilgisayar destekli yöntemlerden son derece farklıdır.

İnşanın birlikte işlerlik gereksinimleri, çizimleri, tedarikle ilgili ayrıntıları, çevre koşullarını, teslimat süreçlerini ve bina kalitesi için gerekli diğer spesifikasyonları içinde bulundurur. BBM'nin destekçileri, bir proje tasarım ekibinden inşa ekibine ve bina sahibine/işleticisine verilirken oluşan bilgi kaybını BBM'nin azaltacağını, bu şekilde de her bir gruba BBM modeline katkıda bulundukları dönem içinde elde ettikleri bilgilere eklemede bulunma ya da geri dönüp bu bilgileri yeniden değerlendirme olanağı sunacağını düşünmektedirler.

Şekil 4.16'da görüldüğü gibi BIM modellerinden Bina Performans Analizi (BPA) modelleri oluşturulabilir ve yapım öncesi binanın çevresel etmenlere ve sürdürülebilirlik konularına nasıl cevap verdiği analiz edilebilir.

Option 1 - Curtain wall



3D Sun Study

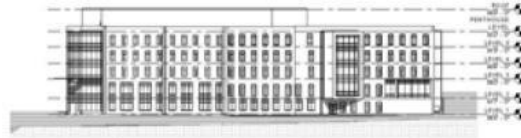


West Elevation

Option 2 - Masonry



3D Sun Study



West Elevation

Şekil 4.16 : BIM ile çevresel performans analizi (Url-36).

Krygiel ve Nies (2008) BIM' in bina performansının değerlendirilmesinde aşağıdaki konularda yardımcı olabileceğini belirtmiştir.

-Bina yönünü seğmek (bina geometrisini analiz etmek ve bina dış kabuğunu optimize etmek için)

- Gün ışığı analizi
- Su toplama (bir binada su ihtiyaını azaltmak için)
- -Enerji modelleme (enerji ihtiyaını azaltmak ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir -enerji seğeneklerini analiz etmek)
- Sürdürülebilir malzemeler (malzeme ihtiyaçlarını azaltmak ve geri dönüşümlü malzemeler kullanmak için)

Ancak, BPA modelleri oluşturmak için gereken temel veriler:

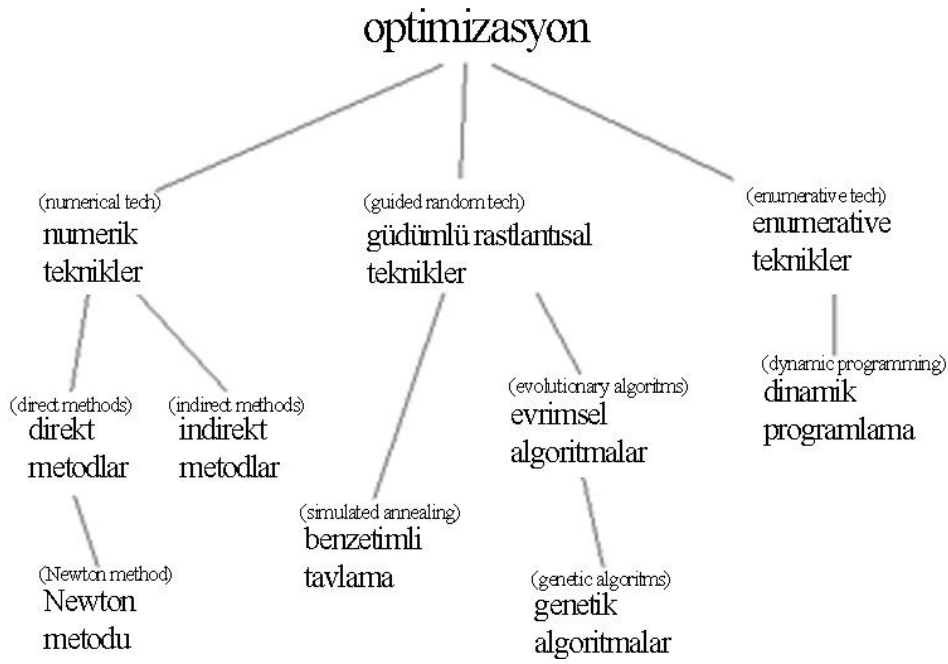
- Bina biçimi ve tipolojisi
- Yapı malzeme nitelikleri
- Cephe elemanları ve cephedeki doluluk-boşluk oranları
- Bina gerçek konumu ve yerel iklim verileri
- evre topografya ve yapılaşma verileri.

Bu yüzden performans analizleri tasarımı ileri bir aşamasında gerçekleştirilebilmektedir. Erken tasarım aşamasında performans analizi için henüz çalışmalar devam etmektedir.

4.5 Optimizasyonlar

Tasarım performansını test ederken, tasarım kararlarını ve alternatiflerini değerlendirmek için farklı teknikler bulunmaktadır. Ancak, iyi tasarım alternatiflerinin belirlenmesi, ile ilgili seçimler halen elle gerçekleştirilen bir zaman alıcı bir görevdir. Bu görevi otomatikleştirmek için, tasarımcının belirlediği performans kriterlerini karşılayan farklı tasarım alternatifleri oluşturmak için evrimsel algoritmalar ve çok amaçlı optimizasyon stratejileri kullanılabilmektedir.

Sistematik bir arayış daha fazla ve daha tatmin edici tasarım alternatiflerini tespit ederek iterasyonları azaltacak ve nihai sistemin kalitesini arttıracaktır (Deb.2001). Farklı optimizasyon teknikleri şekil 4.17'de gösterilmiştir.

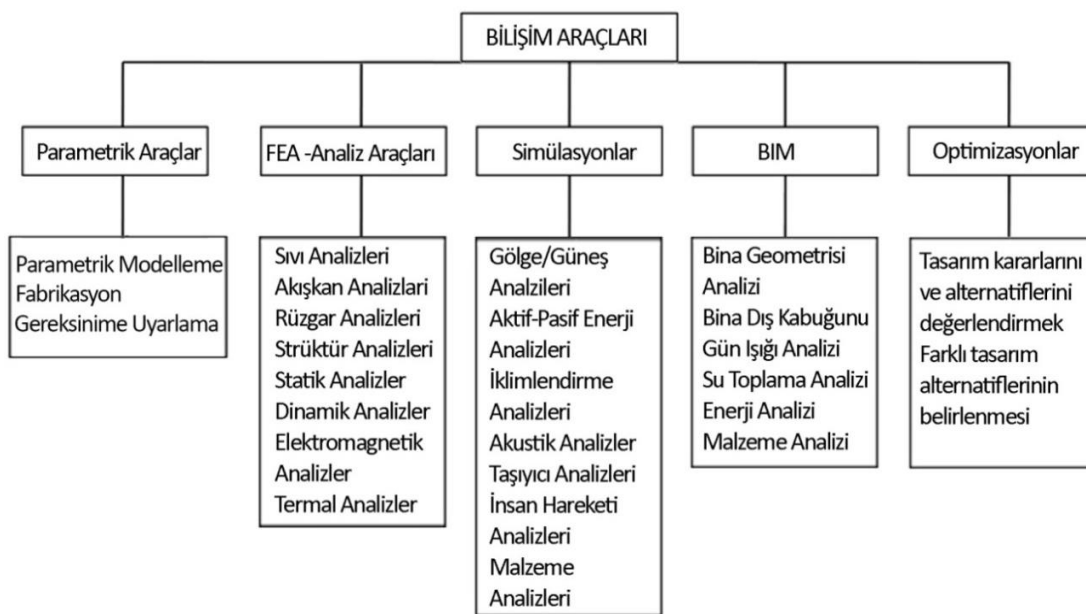


Şekil 4.17 : Optimizasyon teknikleri (Url-37).

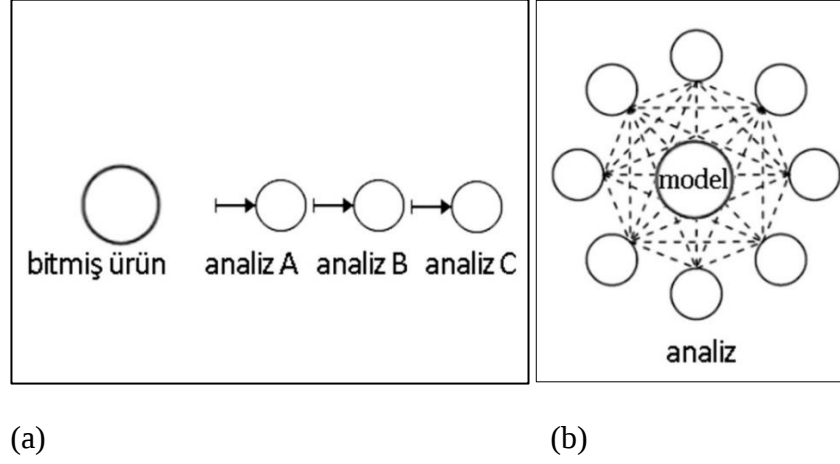
4.6 Bölüm Değerlendirmesi

Çizelge 4.3'te görüldüğü üzere, tasarımın performansının değerlendirilmesi amacı ile kullanılan farklı araçlar özelleşmiş yeteneklere sahiptir. Ayrıca, bu araçlar mimari tasarımda performansın test edilmesinden ziyade, endüstride daha önemli bir yer teşkil etmektedirler.

Çizelge 4.3: Farklı modelleme ve analiz araçlarının özellikleri.



“Mimarlar ‘genel’ sistemler yerine ‘mimari’ olanı tercih etmektedirler. [...]. Kültürel farklılıklar, son derece bireysel süreçler, ‘stil’ gibi semantik meselelerin daha ciddiye alınması gerektiğini düşünmektedirler” (Demir, 1996).



Şekil 4.18 : Lineer (a) ve bütünlük(b) performans analizi.

Performansa dair bütün parametreleri (termal, akustik, strüktürel, vb.) test edebilecek tek bir araçtan bahsetmek mümkün olmasa bile, performansı test etme yönünden araçlardan kaynaklanan bir kısıt bulunmamaktadır. Ancak, farklı araçları tasarımcının lineer bir süreç içerisinde kullanılmasından ziyade, henüz tasarım kararlarının kesinleşmediği erken tasarım aşamasında farklı ihtiyaçlara cevap veren farklı araçları entegre şekilde kullanarak daha bütünlük tasarım süreçleri kurgulanması mümkündür (Şekil 4.18).

Tezin bir sonraki bölümünde bunun örnek bir uygulaması gerçekleştirilmiştir.

5. BÜTÜNLEŞİK TASARIM ÖNERİSİ: TASARIM SÜRECİ VE PERFORMANSIN ENTEGRASYONU

Tezin bu bölümünde, performans hedeflerinin tasarım sürecine en başından itibaren dahil edildiği yöntemler, bilişim araçları ile birlikte ele alınarak, bir performans tabanlı bütünleşik tasarım süreci önerisi yapılmıştır.

Bu öneri model, performans hedefleri, geometri ve bilişim araçları arasındaki bütünleşik ilişkinin var olan araçlar ile kurgulandığı bir yaklaşımdır. Farklı disiplinlere ait bilgilerin bir arada kullanılmasına olanak sağlayan çeşitli bilişim araçları kullanılarak geliştirilen model önerisi ile bir kabuk strüktür örneği üzerinden geometrik ve geometrik olmayan performans hedefleri, tasarım kararları ile bütünleşik değerlendirilmiştir.

5.1 Problemin Tanımı: Bir Kabuk Strüktür Örneği Üzerinden Performans Verilerinin Tasarım Kararları ile Entegre Edilmesi

Bu çalışmada tasarım problemi olarak kabuk örtü tasarımı seçilmiştir ve problemin çözümü bütünleşik tasarım kapsamında ele alınarak gerçekleştirilmiştir. Performansın farklı boyutları (strüktürel, malzeme, ekonomi vb.) bilişim araçları kullanılarak tasarımcı tarafından bütünleşik bir tasarım süreci içerisinde çözüm getirilmiştir. Tasarım probleminde örtünün biçimi, Öklid geometrilerinden farklı ve geometrik karmaşıklığının yüksek olması sebebi ile NURBS yüzey tanımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Günümüzde mimari tasarım uygulamaları bilişim araçlarının gücünü giderek daha fazla kullanmaya başlamıştır. Bu araçların amacı, tasarımı kolaylaştırmak ve karmaşık geometrilerini kontrol etmeyi sağlamaktır. Rhino ve Grasshopper gibi parametrik tasarım araçları, kullanıcıya görsel programlama ortamı sağlayarak, dinamik bir model oluşturmayı desteklemektedir. Bu nedenle, bütünleşik modelin oluşturulmasında bu ortamlardan yararlanılmıştır.

Buna ek olarak, tasarımın yapı fiziği, yapısal performans vb. geometrik olmayan yönlerinin de erken tasarım aşamasında değerlendirilmesi farklı sonuçlar doğurabilir.

5.2 Performans Tabanlı Bütünleşik Tasarım Süreci

Tasarım performansını, henüz tasarım kararlarının kesinleşmediği tasarımın erken aşamalarında test etmek, tasarım alternatiflerini ve sonuç ürünü etkileyip, tasarımcıya farklı kapılar açabilir. Optimizasyon çalışmaları, tasarım ve strüktürel çözümleri entegre ederek, tasarımcının belirlediği parametreler çerçevesinde optimal çözümler üretmeyi amaçlar. Bu çözümler çoğunlukla strüktürel olmakla beraber, bina programı, biçimi ve fonksiyonuna yönelik de olabilmektedir. Bu sebeple, tasarım sürecinde performansın hedeflerinin süreç ile entegrasyonunda optimizasyon araçlarından ve evrimsel prensiplerden yararlanılmıştır.

Optimizasyon sürecinde:

- bir geometri belirlenir,
- optimizasyonu kontrol etmede rol alacak kısıtlamalar belirlenir,
- bir veya birden fazla “amaç fonksiyonu (fitness function)” belirlenir. Bu amaç fonksiyonları, bu örnekte performans hedefleri olarak ele alınmıştır.

5.3 Araç ve Yöntemler

Mimarlıkta tasarım kararları ve alternatiflerini değerlendirmek için çeşitli yöntemler vardır. Ancak, iyi tasarım alternatiflerinin belirlenmesi, bilgisayar desteği olmadan gerçekleştirildiği zaman çok zaman alıcı bir görevdir. Bu görevi sistematikleştirmek için, evrimsel algoritmalar ve çok hedefli optimizasyon tekniklerini kullanmak, tasarım alternatiflerinden en tatmin edici alternatifleri bulmak için kullanılmaktadır. Bu otomatik ve sistematik arayış, daha başarılı tasarım alternatiflerini tespit ederek nihai sistemin kalitesini arttıracaktır (Grunske, 2006).

5.3.1 Çok amaçlı optimizasyon

Bir tasarım probleminde çok farklı ve birbiri ile ters orantılı hedefler bulunabilmektedir. Çok amaçlı optimizasyon, tek amaçlı optimizasyondan farklı olarak, aynı anda birbirleriyle çelişen amaçların (performans ve maliyet gibi) olduğu

problemlerle uğraşır. Örneğin, karmaşık bir donanım tasarımı düşünüldüğünde, en yüksek performans hedeflenirken maliyetlerin de minimize edilmesi gerekmektedir. Yukarıda bahsedildiği gibi birden fazla amaç olduğunda, bunlardan bazıları kısıt olarak tanımlanabilir. Örneğin, bir sistem yüksek performans ve düşük maliyet ile optimize edilirken, sistemin belirli boyutları geçmemesi ayrı bir optimizasyon kriteri olarak tanımlanabilir. Böylece, birçok amaçlı optimizasyon problemi aşağıdaki gibi formüle edilebilir ve optimizasyon problemi genel olarak aşağıdakileri içerir: (Yanalak,1997).

- bir parametre kümesi (karar değişkenleri),
- amaç fonksiyonları kümesi,
- kısıtlar kümesi,

Amaç fonksiyonları ve kısıtlar karar değişkenlerinin fonksiyonlarıdır. Matematiksel olarak bir optimizasyon problemi aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

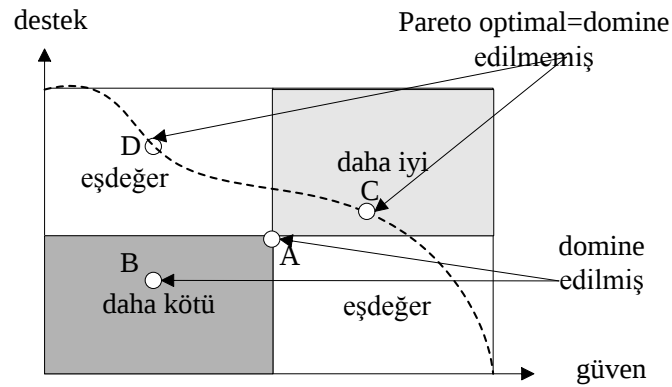
$$\text{Min/max } y: f(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_b(x))$$

$$\text{Kısıtlar } e(x) = (e_1(x), e_2(x), \dots, e_c(x)) \leq 0$$

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_a) \in X$$

$$y = (y_1, y_2, \dots, y_b) \in Y,$$

Burada x karar vektörü, y amaç vektörü, X karar uzayı, Y amaç uzayı olarak isimlendirilir ve $e(x) \leq 0$ kısıtları olası çözümleri belirler.



Şekil 5.1 : Pareto'nun optimum kavramı (Yanalak, 1997).

Yukarıdaki tanımlamalar dikkate alınarak, amaçlanan performans (f_1) ve maliyet fonksiyonunun zıttı olan ucuzluk (f_2) fonksiyonlarının sınırlayıcı şartları (e_1) altında

maksimize edilmesidir.

Bu örnekte optimum tasarım, maksimum performansı, minimum maliyet ile sağlar ve kısıtları aşmaz.

Eğer böyle bir çözüm olsaydı, yani her bir amaç için optimum olan çözüm diğeri için de optimum olsaydı, sadece tek amaçlı optimizasyon probleminin çözülmesi gerekirdi. Fakat çok amaçlı optimizasyonu zorlaştıran genelde bu amaç fonksiyonlarının optimum çözümlerinin birbirinden farklı olmasıdır. Performans hedefleri doğrultusunda yapılan tasarımlarda da, bu hedeflerin optimum çözümleri genelde birbirinden farklı olmaktadır. Bu amaçla, model önerisinde çok amaçlı optimizasyon, kullanılan yöntemlerden biri olarak tercih edilmiştir.

Şekil 5.1’de amaç fonksiyonları olarak bulanık kuralların destek ve güven değeri gösterilmektedir. Bu çözümde yer alan karar vektörü amaç değeri açısından bir diğerdan daha iyi, daha kötü, eşit veya farksız olabilir. Daha iyi olması demek çözümün hiçbir amaç değeri diğeri çözümlerin amaç değeri diğerdan düşük olmaması ve en az bir amaç değeri diğerdan daha yüksek olması demektir. Örneğin şekilde B ile temsil edilen çözüm A çözümünden daha kötü ve C çözümü ise A çözümünden daha iyidir. Fakat C ile D çözümleri için biri diğerdan daha iyidir denilemez. Bunun sebebi amaç değeri diğerdan birinin bir çözümde, diğeri diğerdan diğeri çözümde yüksek olmasıdır.

Bu kavram kullanarak optimum çözüm arama uzayında hiçbir diğeri çözüm tarafından domine edilemeyen çözüm olarak tanımlanabilir. Böyle bir çözüm, Pareto’nun optimum çözümü olarak da isimlendirilmektedir. Şekil ’de noktalı çizgiyle gösterilen çözümler ise Pareto’nun optimum çözüm kümesidir. Böyle bir optimizasyon probleminde amaçlar birbiriyle çakışır ve aynı anda optimize edilemezler. Bunun yerine tatmin edici bir tercih çözümü bulunmalıdır. Bu nedenle uygun tercih seçimi için bir karar verme süreci gerekir. (Yanalak, 1997).

5.3.2 Genetik algoritmaların çok hedefli problem çözümünde kullanılması

Gerçek dünya problemleri karmaşıktır ve iyi bir çözüm için birden fazla amacın sağlanması gerekmektedir. Tezin üçüncü bölümündeki incelemelerde görüldüğü gibi, birçok tasarımcının yaklaşımı tek bir fonksiyona dayalı bir yaklaşımla (örneğin, sadece enerji kullanımının azaltılması hedefi ile) tasarım problemine çözüm

getirmektedir. Bu yaklaşım bütünleşik bir performans tabanlı tasarım yaklaşımını desteklememektedir. Çok hedefli problemlerde ise, amaçlar sık sık birbirleriyle çatışabilmektedir. İkinci olarak, amaçlar çözüm kalitesine uygun olmayabilir ve farklılıklar gösterebilir. Çok amaçlı Genetik Algoritmalar da bu iki durum da minimize edilmektedir. Genetik algoritmanın doğal ve evrimsel yapısı çok amaçlı yapı için uygundur (Yanalak, M., 1997). Pareto en uygun çözümü, çok amaçlı genetik algoritmanın doğasına çok uygun olduğundan dolayı, modelin geliştirilmesi sürecinde seçilen diğer bir yöntem de bu olmuştur.

Çok amaçlı genetik algoritmalar da birden fazla amaca da aynı anda bakılır. Yani tek bir en uygun çözüm yoktur. Amaçlar arasında bir tercih yapılarak bir çözüm kümesi seçilebilir. Bu yöntemle kullanıcı spesifik problem için olası çözümlerden birini seçebilir. Böylece kullanıcı yüksek kaliteli çözümleri inceleyerek amaçlar arasında bir tercih yaparak bir çözüm kümesi seçme fırsatı bulmaktadır. Bu yöntem kullanıcıyı tek bir çözüm kümesine zorlamaktan daha iyi bir yöntemdir (Deb, 2001).

Çok amaçlı GA'ların tercih edilmesinin nedenleri şunlardır:

- Genetik algoritmalar arama uzayının geniş olmasından dolayı güçlü bir algoritmadır.
- Genetik algoritmalar global bir arama yöntemidir daha kolay bir şekilde nesneler ile iletişime girmektedir.
- Genetik algoritmalar, çok amaçlı problemleri çözmek için bir aday çözüm kümesiyle çalışır.

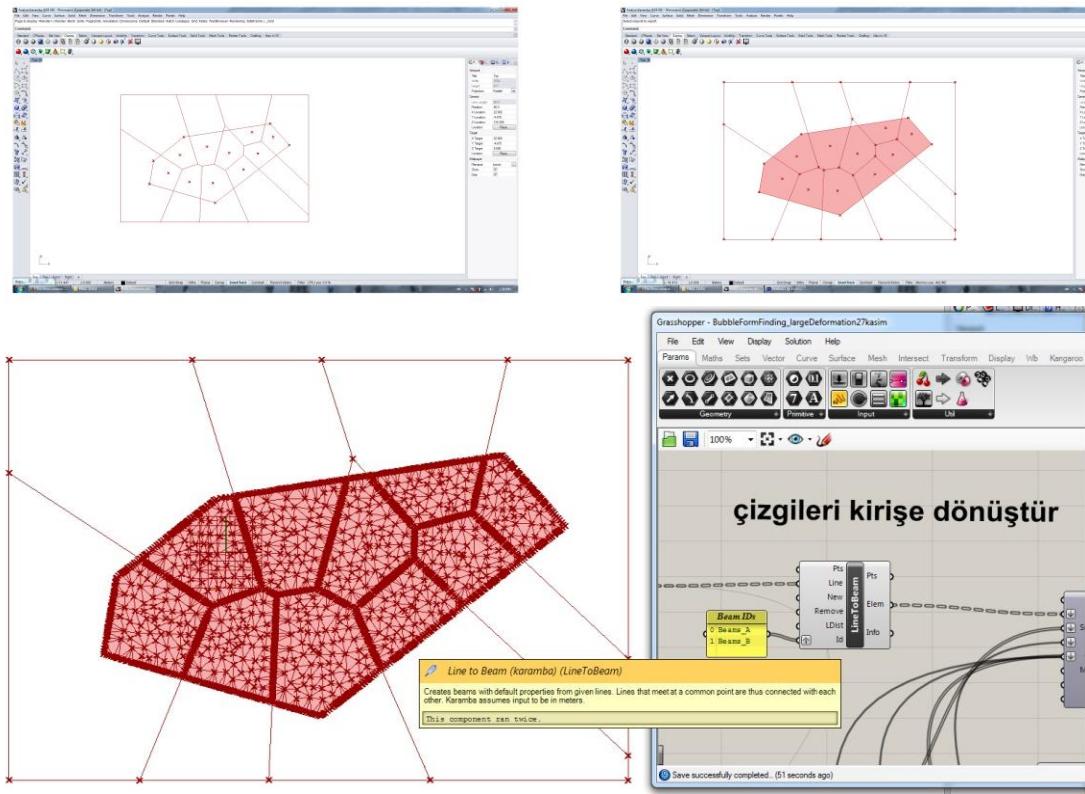
5.3.3 Sonlu elemanlar yöntemi (k-means algoritmaları)

“Karamba” GH ile birlikte kullanılan ve sonlu elemanlar yöntemi ile biçim geliştirirken aynı zamanda da geometrik olmayan verilere dair geri besleme veren, Moritz Heimrath, Clemens Preisinger, Matthew Tam, Robert Vierlinger ve Christoph Zimmel tarafından geliştirilmiş bir yazılımdır. Çalışma prensibi “k-means” algoritmalarına dayanır. Bölünmeli kümeleme algoritmaları, k giriş parametresini alarak n tane nesneyi k tane kümeye böler. Bu teknikler, iç içe bir kümeleme yapısı üzerinde çalışmak yerine tek-seviyeli kümeleri bulan işlemler gerçekleştirmektedir. Bölünmeli yöntemler, hem uygulanabilirliğinin kolay hem de verimli olması nedeniyle iyi sonuçlar üretmektedirler. Sonlu Elemanlar Yöntemi ya da Sonlu

Elemanlar Metodu, kısmi diferansiyel denklemlerle ifade edilen veya fonksiyonel minimizasyonu olarak formüle edilebilen problemleri çözmek için kullanılan bir sayısal yöntemdir. İlgilenilen bölge sonlu elemanlar (*Finite Element*) topluluğu olarak gösterilmektedir (Zitzler ve Thiele, 1999).

5.4 Varsayımsal Sistemin Oluşturulması

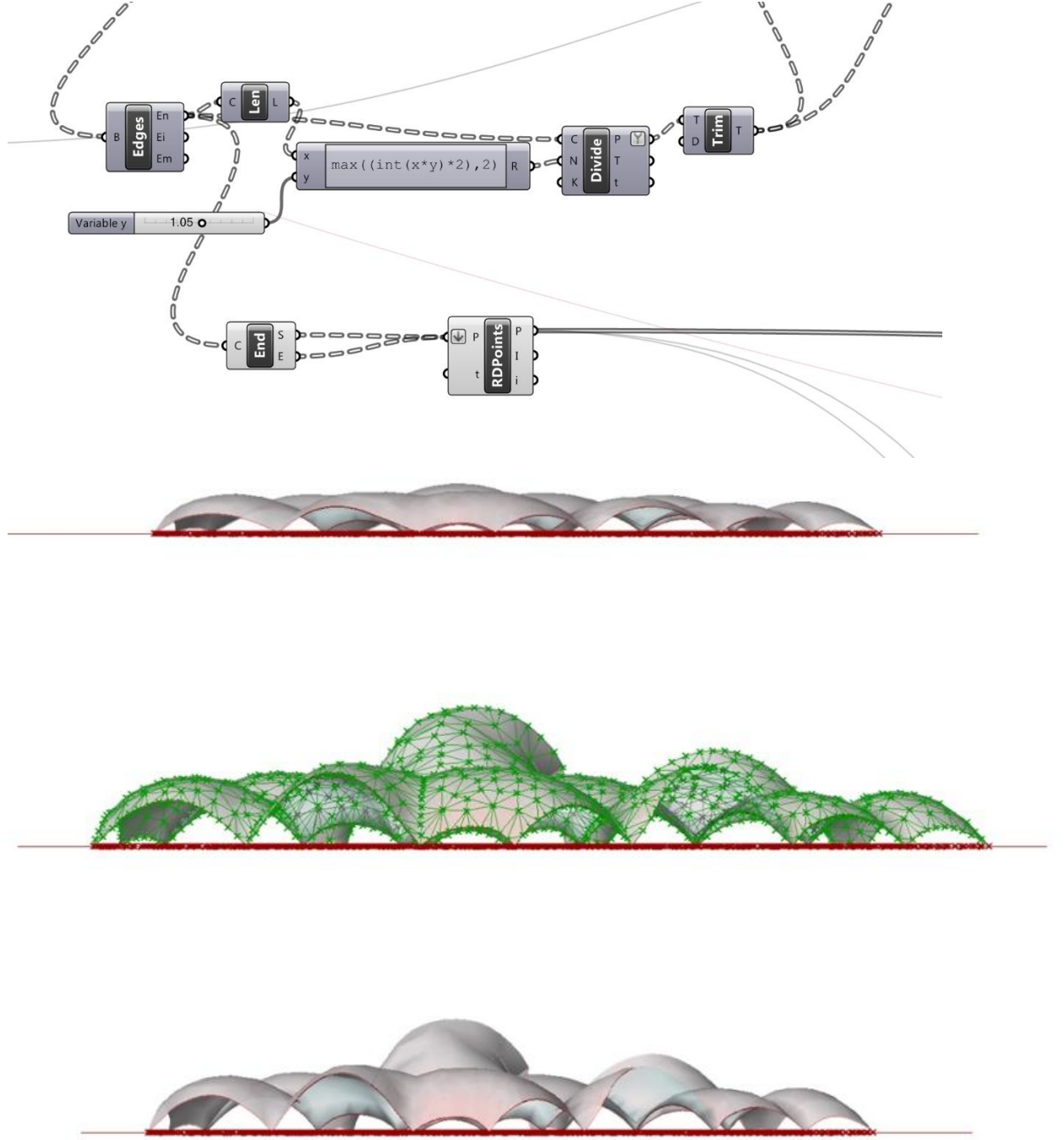
Tasarımın varsayımsal bir tasarım olması sebebi ile bir dikdörtgen içerisinde belirlenen varsayımsal noktalar kullanılarak, Delaunay üçgenlemesi ve Voronoi diagramı üzerinden bir geometri oluşturulmuştur. Düzlemde yer alan sonlu nokta kümesinde her noktanın kendisine en yakın komşu iki nokta ile birleştirilmesiyle oluşan üçgene Delaunay üçgeni adı verilmektedir. Oluşturulan Delaunay üçgenlerinin kenar orta noktalarının dikmelerinin birleştirilmesi ile Voronoi çokgeni elde edilmektedir.



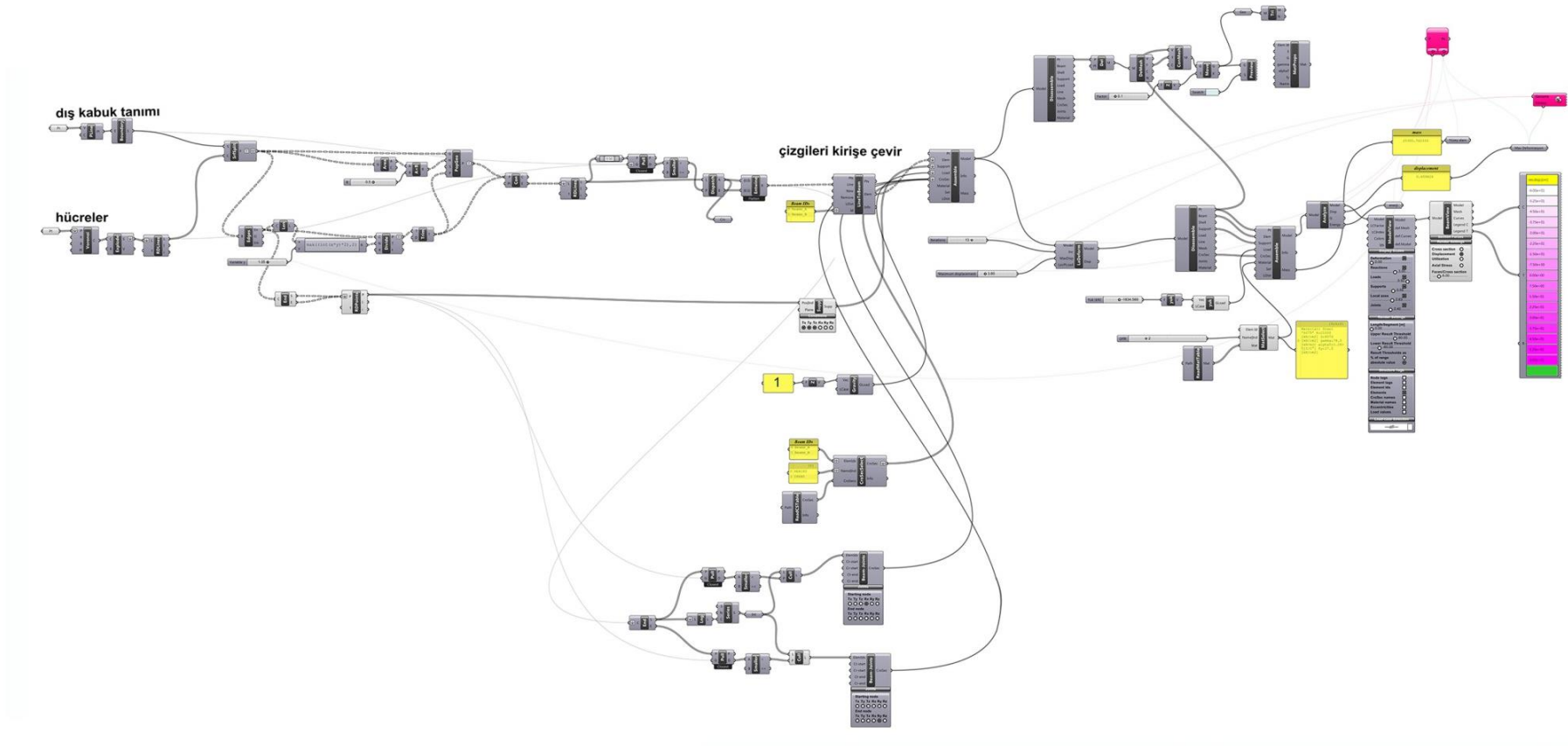
Şekil 5.2 : Karamba ile çizgilere taşıyıcı eleman özelliklerinin tanımlanması.

İlk aşamada deneysel çalışmalar yapabilmek için bir voronoi diagramının üzerindeki çeşitli hücreler alınarak Delaunay üçgenlemesi uygulanmıştır (Şekil 5.2). Daha sonra, iki boyutta oluşturulan geometri, Şekil 5.3'teki integral fonksiyonu ile üçüncü

boyutta bir kabuk sisteme dönüştürülmüştür. Fonksiyona farklı sayısal değerlerin bağlanması, her hücrenin yüksekliğini farklı ölçülerde değiştirerek üretken bir sistem tanımlamıştır.



Şekil 5.3 : Karamba ile çizgilere taşıyıcı eleman özelliklerinin tanımlanması. Herhangi bir malzeme veya taşıyıcı özellik tanımlanmadan Şekil 5.4'teki üretken sistemin oluşturduğu çeşitli alternatifler Şekil 5.5'te gösterilmiştir.

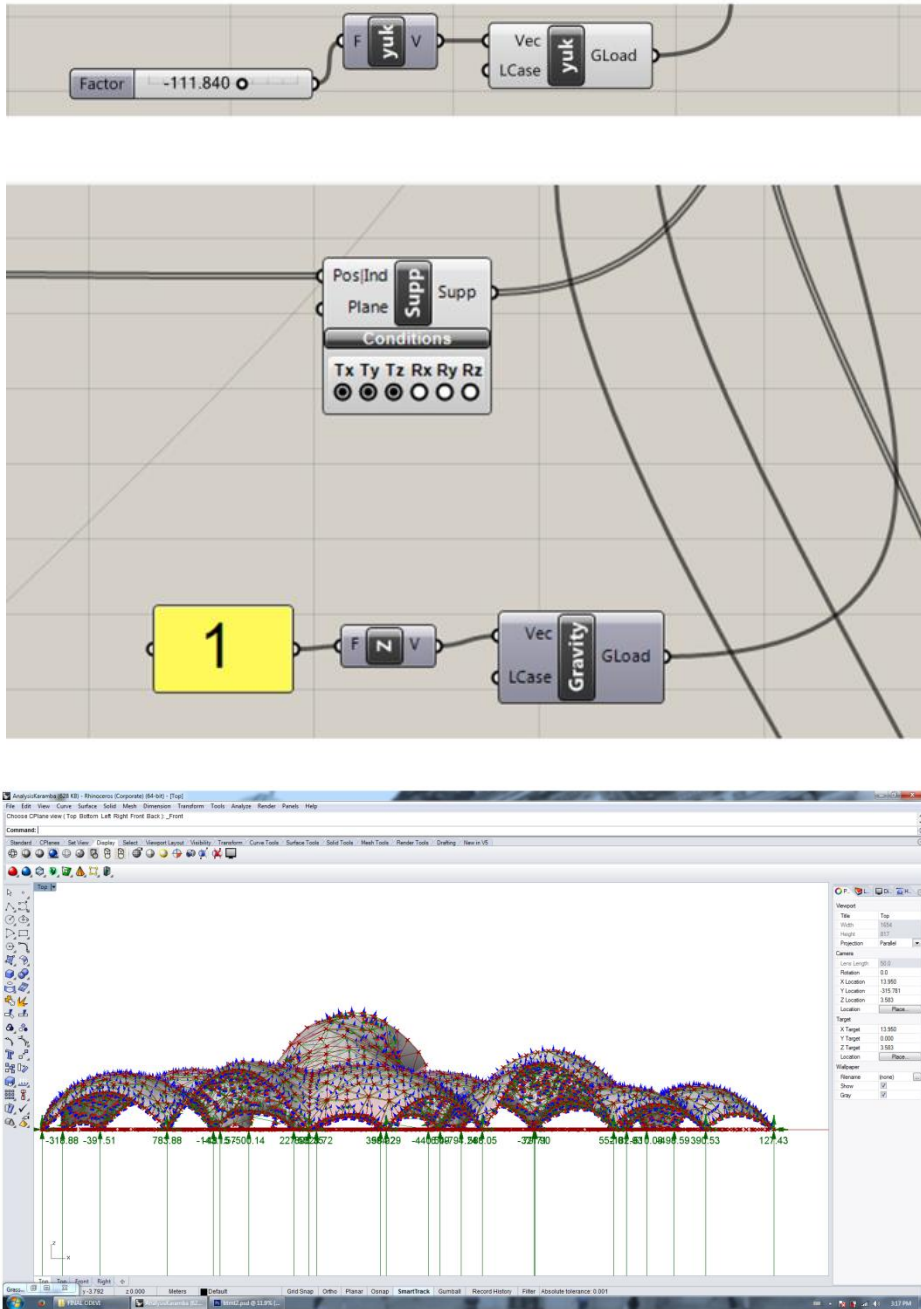


Şekil 5.4 : Farklı tasarım alternatiflerini oluşturan parametrik tanım.

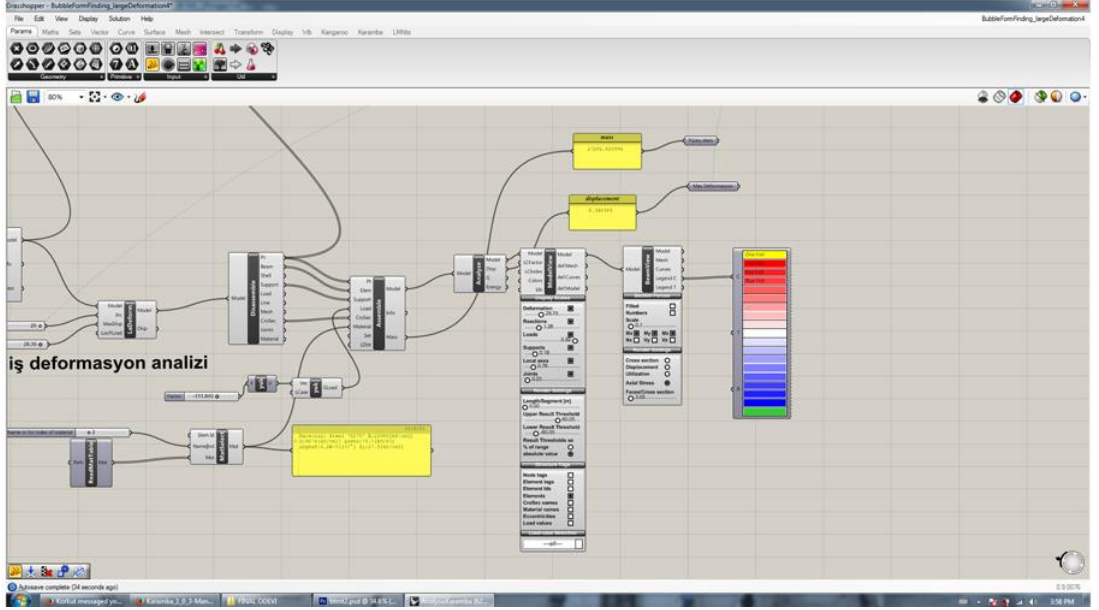
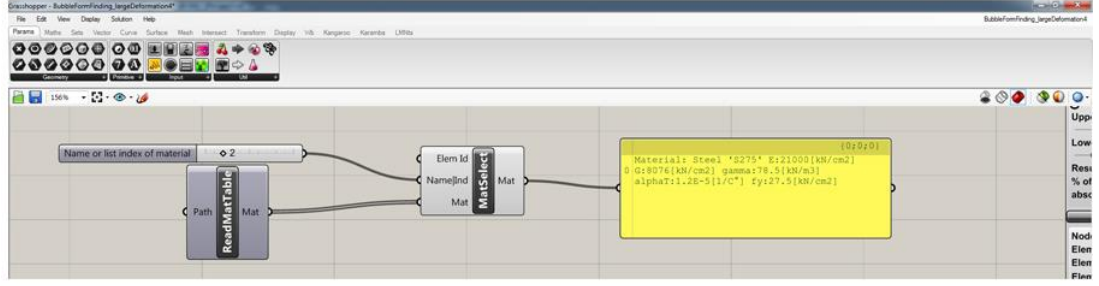


Şekil 5.5 : Parametrik sistemin ürettiği çeşitli alternatifler.

Kabuk sistem parametrik olarak tanımlandıktan sonra, parametrelerin değiştirilmesi ile çeşitli tasarım alternatifler elde edilmiştir. Ancak, bu aşamaya kadar üretilenler, sadece geometrik birer temsildir. Projenin bundan sonraki aşamasında, geometrik olmayan verilerin (malzeme, taşıyıcı sistem vb.) tasarım sürecine dahil edilmesi ile farklı sonuçlar elde edilmiştir. İlk olarak, Karamba GH ile geometrik temsilin yere bastığı noktalar sabit destek noktaları olarak tanımlanmıştır (Şekil 5.6).

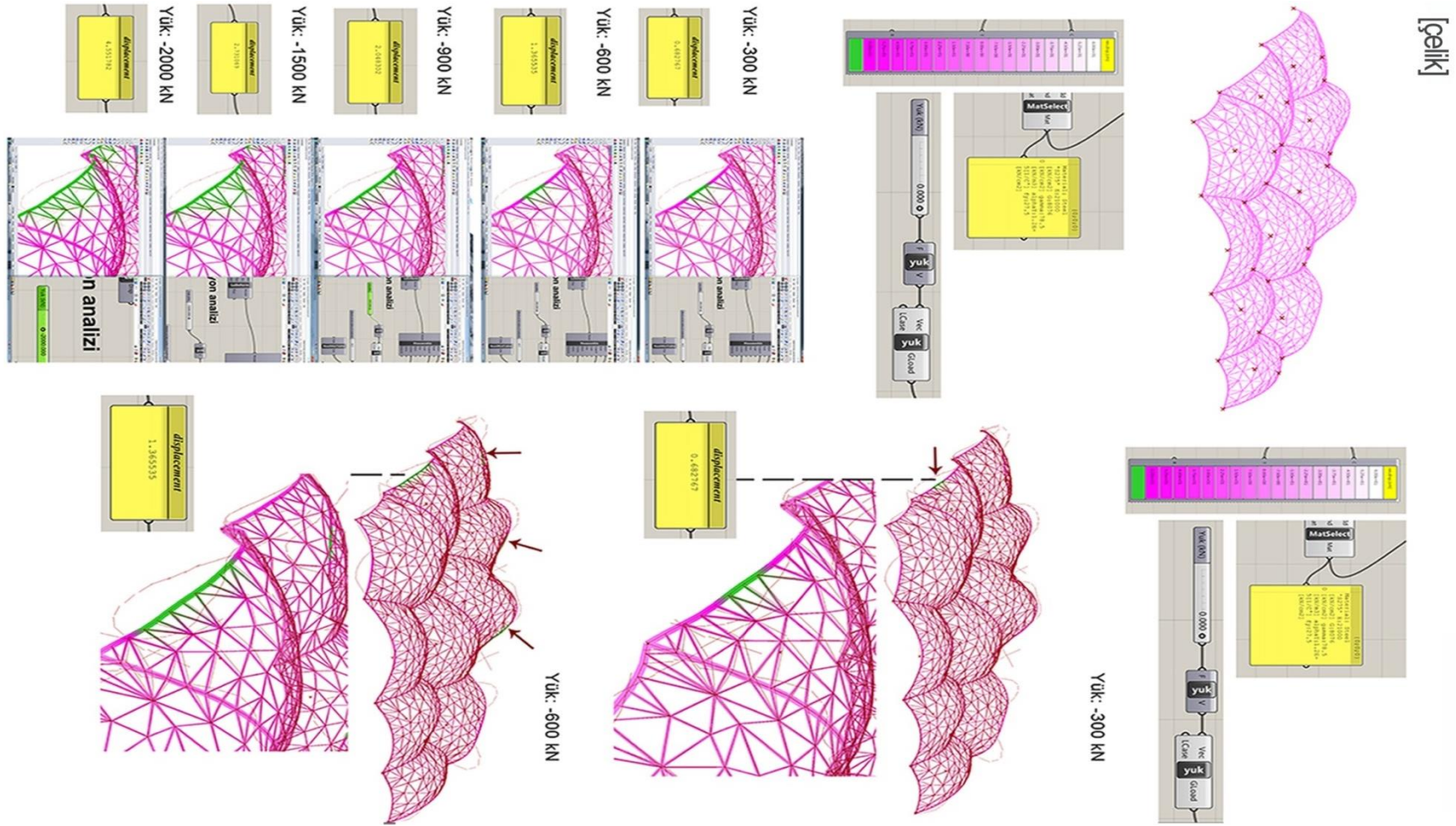


Şekil 5.6 : Destek noktalarının ve çeşitlerinin belirlenmesi.



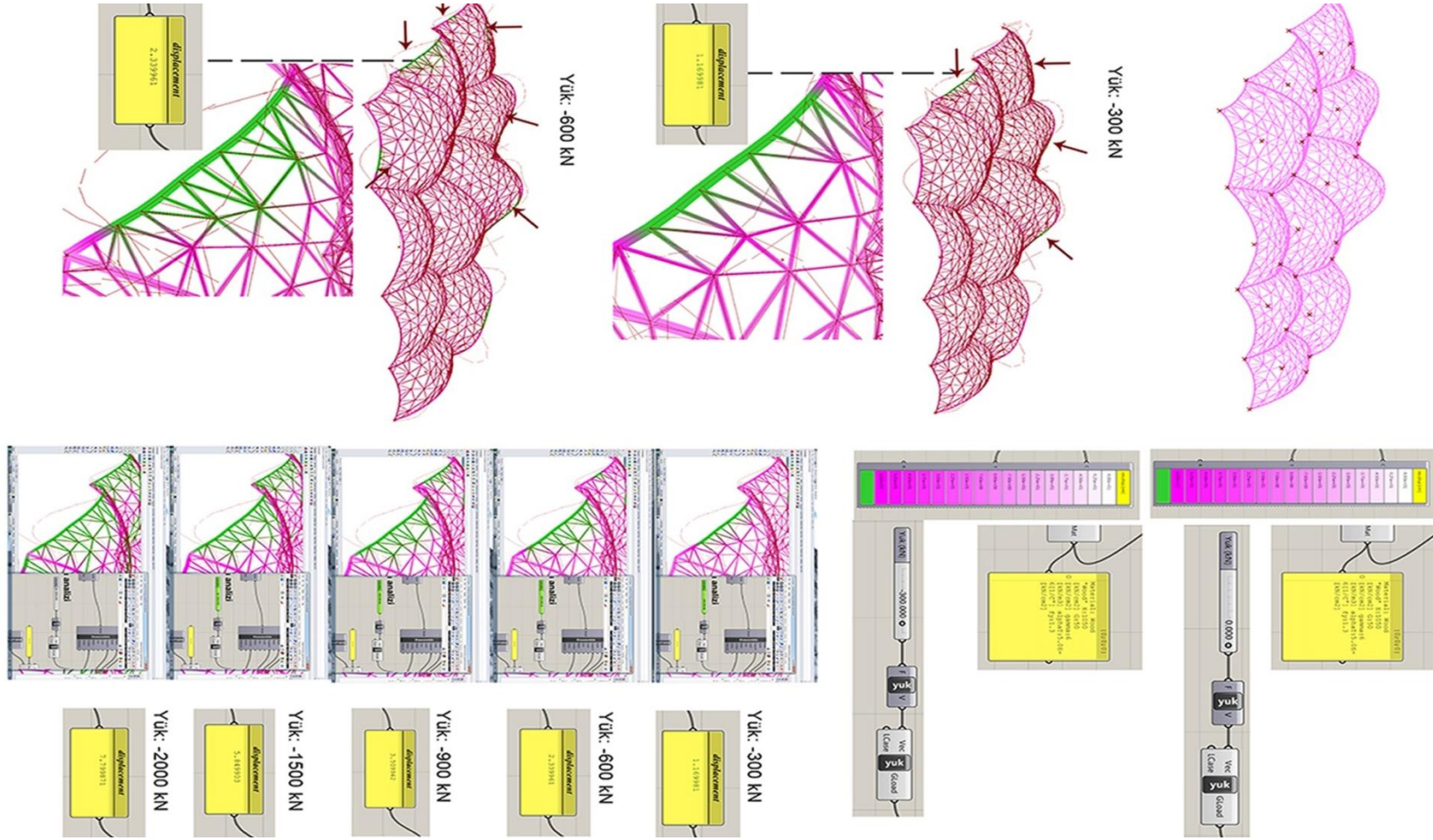
Şekil 5.7 : Malzeme özelliklerinin tasarımda kullanılması.

Daha sonra, Karamba GH'nin malzeme özellikleri kullanılarak her çizgi birer kirişe dönüştürülmüştür ve iki farklı malzeme (çelik ve ahşap) bu kabuğun malzemesi olarak tanımlanmıştır (Şekil 5.7). Yüklerin 300 kN'dan başlayarak eşit aralıklarla (100'er kN) değiştirilmesi ile iki farklı malzemenin aynı tasarım üzerindeki etkileri incelenmiştir. İncelemenin sonucunda aynı biçim üzerinde yüklerin arttırılması ile oluşan deformasyon bölgelerinin ve şiddetlerinin farklı olduğu gözlemlenmiştir. Ahşap ve çelik malzemelerde kuvvet artışına göre deforme olan (yeşil) bölgelerdeki değişim, Şekil 5.8 ve 5.9'da görülmektedir.



Şekil 5.8 : Çelik malzeme ile kabuğun yük değişimlerine tepkisi ve deformasyon değerleri.

[ahşap]



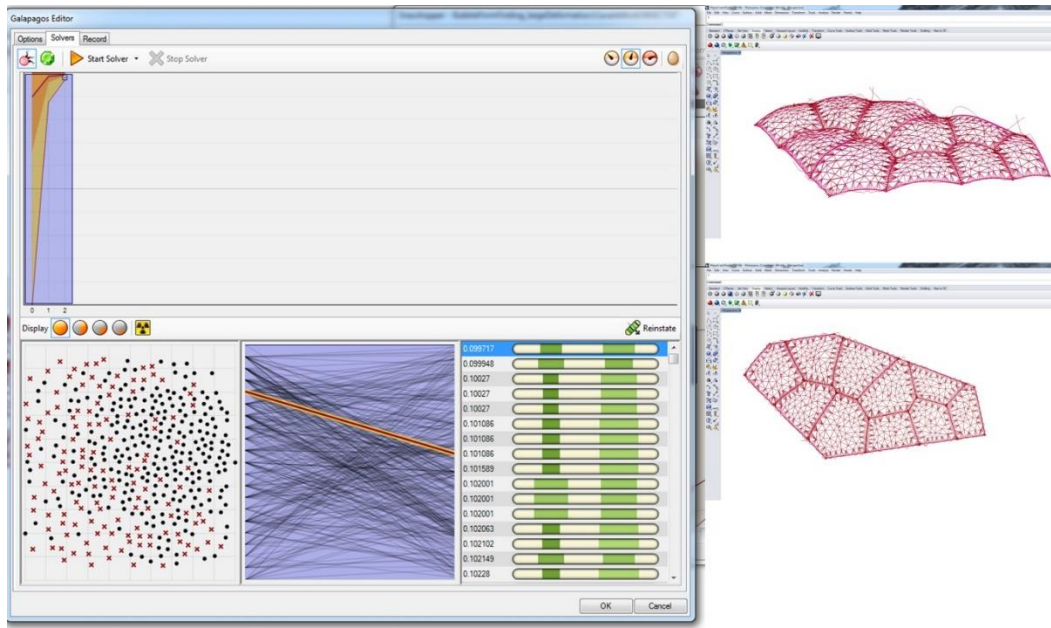
Şekil 5.9 : Ahşap malzeme ile kabuğun yük değişimlerine tepkisi ve deformasyon değerleri.

5.4.1 Performans hedeflerinden geri besleme alınması

Evrimsel Algoritmalar (EA), doğadaki evrimsel süreçleri model olarak kullanan bilgisayara dayalı problem çözme teknikleridir. Geleneksel programlama teknikleriyle çözülmesi güç olan karmaşık problemler, özellikle sınıflandırma ve çok boyutlu en iyileme problemleri, evrimsel algoritmalar yardımı ile daha kolay ve hızlı olarak çözülebilmektedir (Mitchell, 1996). Bu aşamada, daha önce tanımlanan ahşap ve çelik malzemeli kabuklar üzerinde performans hedefleri belirlenerek önce tek hedefli, daha sonra ise çok hedefli optimizasyon çalışmaları yapılmıştır.

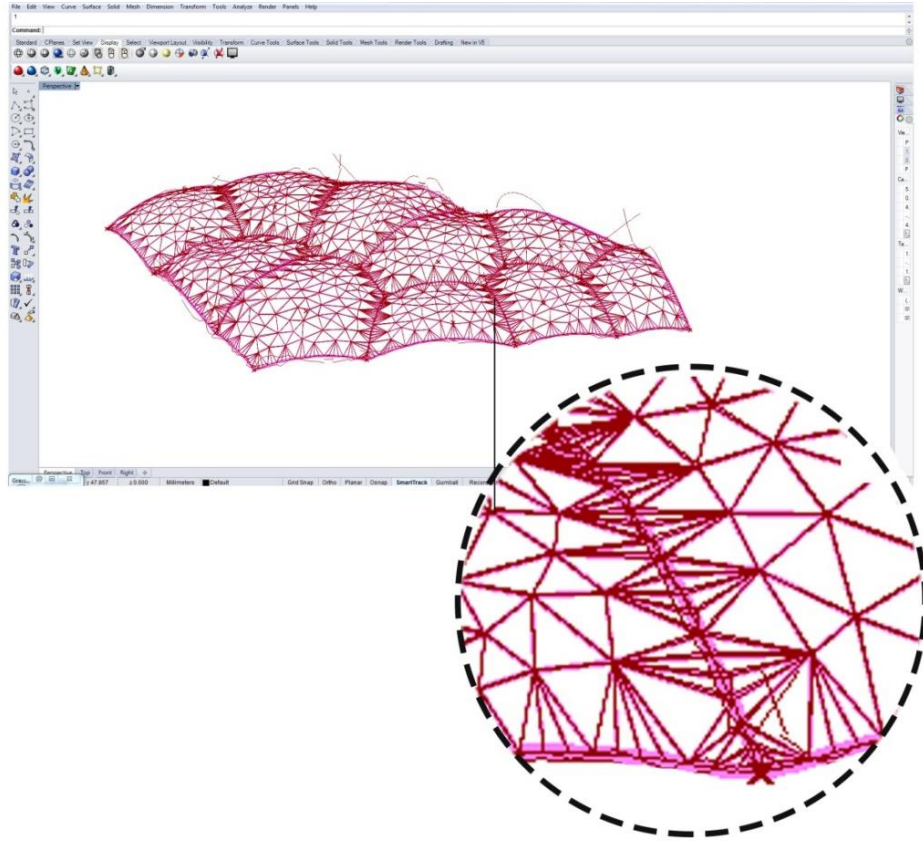
5.4.1.1 Tek hedefli optimizasyon çalışması

Çalışmanın bu aşamasında performans hedefi (objective) deformasyonun en aza indirilmesidir (Min. Deformation) .

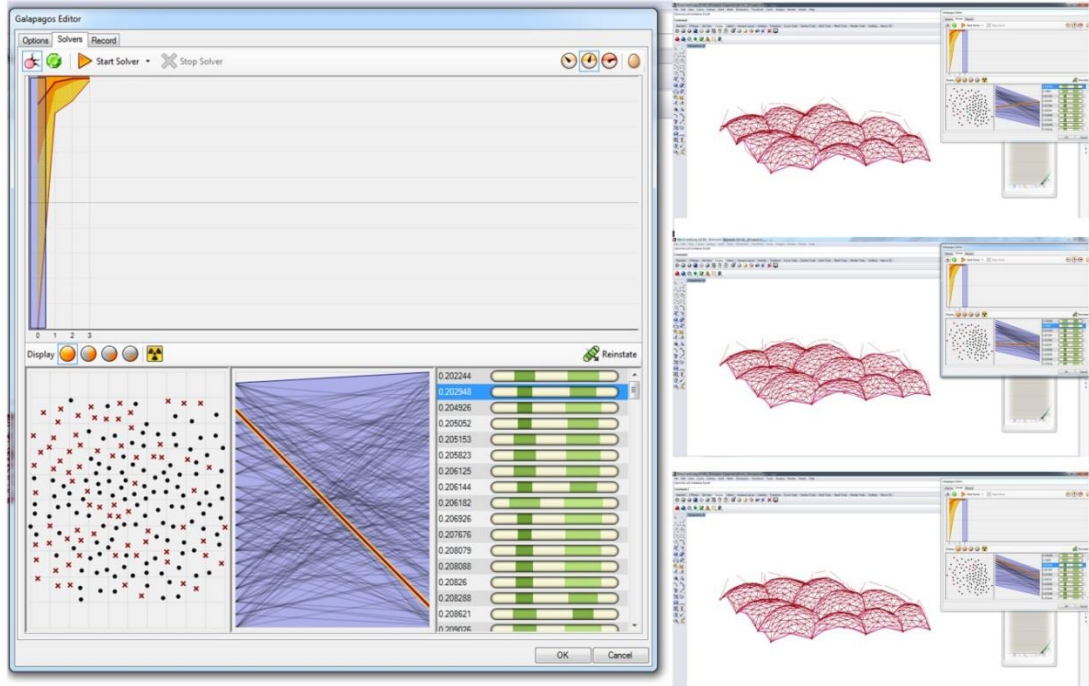


Şekil 5.10 : Çelik kabuk için tek hedefli optimizasyon çalışması.

Optimizasyon sürecinde Galapagos GH evrimsel çözüm aracı kullanılarak tek hedefli (min. deformasyon) optimizasyon yapılmıştır. Aynı kısıtlar ve hedefler çerçevesinde üretilen optimum tasarımlar, çelik ve ahşap strüktürler için Şekil 5.8 ve Şekil 5.9 ‘da gösterilmiştir. Minimum deformasyon hedefini sağlayan optimum çelik kabuğun strüktürünün ve biçiminin diğer alternatiflere göre farklı olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 5.10 ve 5.11). Şekil 5.12’de gösterilen aynı hedef ve kısıtlar için optimum seçeneklerdir, ancak biçimsel olarak değişken özellikler göstermektedirler.



Şekil 5.11 : Çelik kabuk için tek hedefli optimizasyon çalışmasından elde edilen detay.

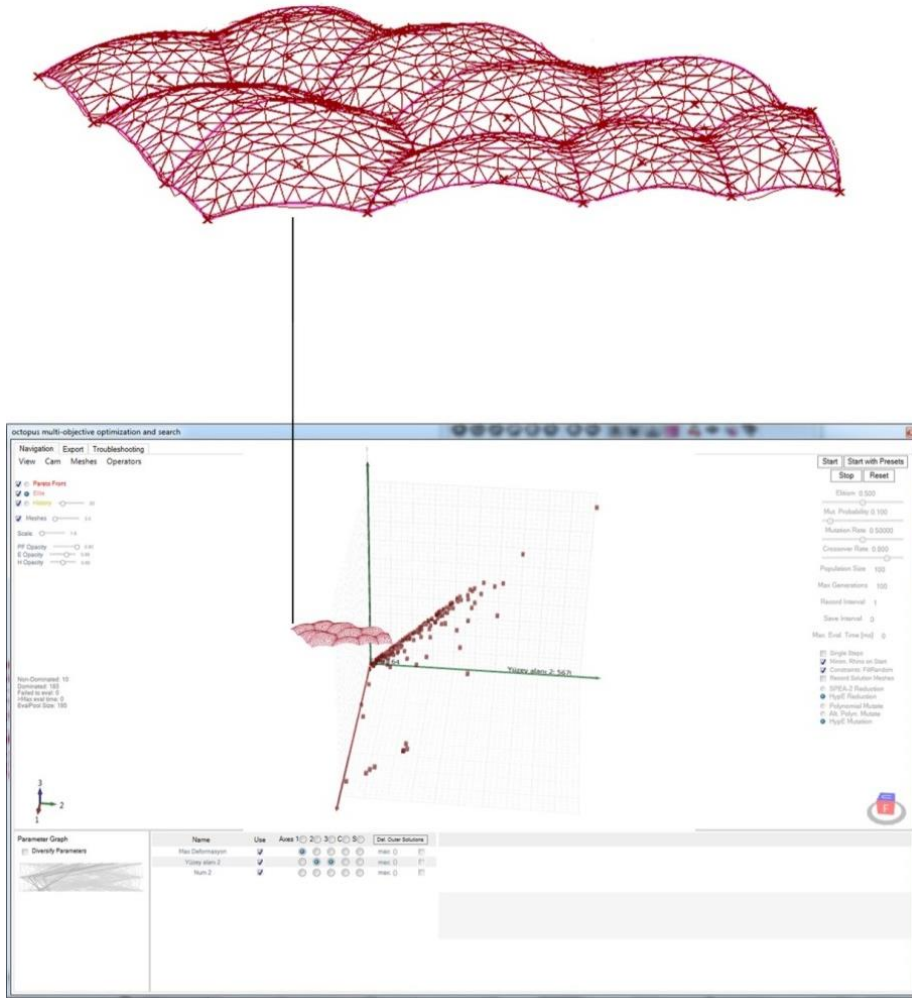


Şekil 5.12 : Ahşap kabuk için tek hedefli optimizasyon çalışması ve farklı alternatifler.

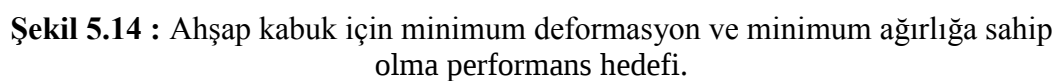
Aynı hedef ve kısıtlar uygulanarak yapılan ahşap kabuk optimizasyonunda ise performans hedefini sağlayabilecek tasarımların birden fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, tasarımcıya aynı hedef ve kısıtlar için farklı çözüm alternatifleri sunmaktadır.

5.4.1.2 Çok hedefli optimizasyon çalışması

Bu aşamada Octopus GH aracı kullanılarak çalışmanın önceki aşamalarında kullanılan ahşap ve çelik kabuk için birden fazla performans hedefi olan bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Evrimsel algoritma olarak Octopus GH; HypE (Hypervolume Estimation Algorithm for Multiobjective Optimization) algoritmasını kullanmaktadır. Hedef olarak minimum deformasyon ve minimum ağırlığa sahip olma koşulları belirlenmiştir. Birbirleri ile çelişen koşullar oldukları için bu iki koşulun nasıl sonuçlar vereceği incelenmiştir.



Şekil 5.13 : Çelik kabuk için minimum deformasyon ve minimum ağırlığa sahip olma performans hedefi.

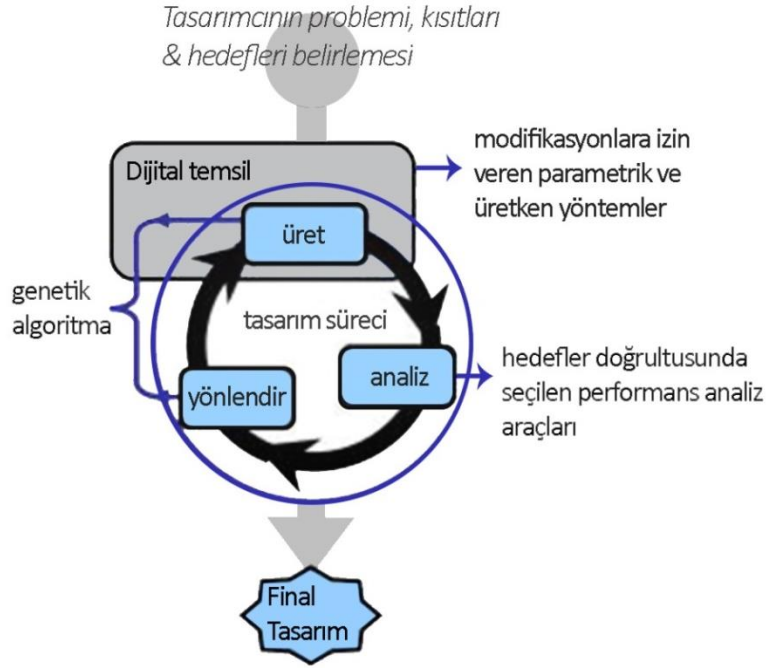


Aynı algoritma tarafından oluşturulan sistemin ürettiği sonuçlar, performans hedeflerinin değişmesi ile de tasarımcıya farklı geri beslemeler sunmuştur. Tasarımcı, anlık geri bildirimler sayesinde büyük iterasyonlara gerek kalmadan anında müdahalelerle tasarımı modifiye edebilmektedir.

79

bakış açısından farklı olduğu için, her bireyin yaklaşımı ve performansı aynı durumlar için bile değişiklik gösterecektir (Demir, 1997).

Performans verileri ile elde edilen bu sonuç elemanlar kümesi, tasarımcının öznel kriterlerine göre değerlendirilebilmektedir.

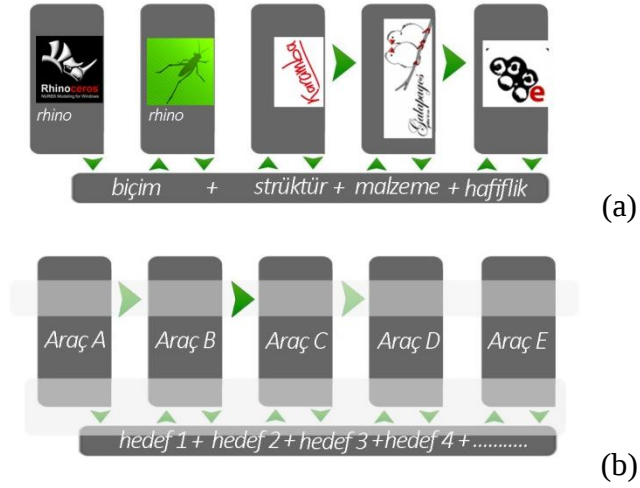


Şekil 5.15 : Modelde uygulanan algoritma akış şeması.

Yazılım firmaları tarafından üretilen bilişim araçları, kullanıcıların belirli alanlardaki sorunlarına, genel çözümler sunmaktadırlar. Mimari tasarım gibi devingen problemlerin ve çözümlerin olduğu bir ortamda, standart bir bilişim aracı tasarımcının imkânlarını sınırlayan bir araç haline gelmektedir. Tasarımcı farklı hedefler ve problemler karşısında elindeki aracı melezleştirme gereksinimi ya da yeni bir araç üretme ihtiyacı duymaktadır.

“Kendi araçlarınızı yapın, özgün şeyler yaratmak için araçlarınızı melezleştirin. Kendinize ait basit araçlar bile yeni şeyler keşfetmenize yol açacaktır. Unutmayın ki araçlar kapasitenizi artırır ve küçük bir araç bile büyük bir değişim yaratabilir (Mau,2001).”

Bu bölümdeki örnek modelde belirlenen performans hedefleri ve bilişim araçlarının ilişkisi Şekil 5.16(a)’da gösterilmiştir. Ancak, farklı tasarım problemleri karşısında farklı hedefler ve araçlar ile bu kurgu yeniden melezleştirilebilir (Şekil 5.16(b)).



Şekil 5.16 : Modelde kullanılan araçların performans hedefleri ile ilişkisi.

Tasarım ve analiz amaçlı kullanılan sayısız bilişim aracı karşısında tasarımcının yalnızca tek bir araca bağımlı kalması demek, kapsamlı ve belirsiz bir problem ile aracı üretenin kısıtlı öngörülerıyla mücadele etmek durumunda kalması demektir. Bunu aşmanın yolu ise tasarımcının araçları sadece kullanmanın ötesinde yeni becerilerle donatıp yeni araçlar üretebilir, kısıtları ortadan kaldıran müdahalelerde bulunabilir ve tasarımın farklı aşamalarını sayısal ortamın diline dönüştürebilir konuma gelmesinden geçmektedir.

6. SONUÇLAR

Bütünleşik tasarım yaklaşımı özetle, tasarım ve aynı zamanda strüktür, enerji, ekonomi vb. çoklu disiplinlerin birden fazla performans boyutunun, tasarım kararlarının henüz kesinleşmediği erken tasarım aşamasında, süreç ile eş zamanlı olarak değerlendirilmesi ve bu değerlendirmelerin tasarımın yönlendiricisi olması yaklaşımıdır.

Bu tez çalışması kapsamında ortaya koyulan bu holistik yaklaşım, bahsedilen performans boyutlarına dair disiplinler arası bilgilerin tasarımda bütünleşik kullanılmasına sadece bir örnektir. Farklı disiplinlere ait bilgilerin tasarım süreçlerinde ne derinlikte ve hangi aşamalarda kullanılabileceğine dair bir örnek teşkil eden bu çalışma, gelişen teknolojiler ile daha ileri götürülmeye örnek bir süreci de ortaya koymaktadır. Bu tez özelinde ortaya koyulan süreç, kullanıcının/tasarımcının daha verimli ve etkin sonuçlara yaklaşmasını hedefleyen bir süreç olmaktadır. Sürecin ve ürünün verimini, kısıtlara ve hedeflere göre en üst seviyeye çıkarmayı hedeflemektedir.

Bütünleşik tasarımın gerçekleştirilebilmesi için yerine getirilmesi gereken bir dizi önkoşul vardır. Bunlardan en önemlileri, bütünleşik tasarım yaklaşımının tasarımın çok erken aşamalarından itibaren kullanılması, eğer mümkünse bilişim araçları ile bu süreçte üretken tasarım, simülasyon ve optimizasyon vb. tekniklerin uygulanması, ve son olarak tasarım süreci boyunca kullanıcı ve dijital ortam arasındaki sürekli iletişimi arttıracak gerçek zamanlı sistemlerin kullanılmasıdır.

Bu önkoşullar Bütünleşik Tasarım yaklaşımının sadece temel çerçevesini oluşturmaktadır. Bu temel çerçeve dışında bu yaklaşımın uygulanması gereken mutlak alt rutinleri, herhangi bir özel kısıtlaması veya önerilen bir tasarım sürecinde adım adım uygulanması gereken kuralları yoktur. Bu yaklaşım, tamamlanmak üzere sonlu adımda bir kurallar dizisi gerektiren bir metodoloji, bir algoritma veya yazılım değildir. Aksine, tasarım için alternatif bir yaklaşımdır. Bu süreçte hangi yolun,

hangi optimizasyon tekniğinin ve hangi bilişim araç ve ortamlarının kullanıldığı, kullanıcının sistemi yapılandırmak için hangi altyapıya sahip olduğuna göre değişebilir. Bu durum, bütünleşik tasarımın altında yatan mantığı etkilemez.

Öte yandan biçimsel keşifler, az ya da çok her zaman mimarların odak noktalarından biri olmuştur. Özellikle son birkaç on yıl içinde, bazı mimarlar biçimsel keşif amacıyla diğer disiplinlerde doğru kaymış durumdadırlar. Bu noktada bu mimarların diğer disiplinlerle kaymış olması değildir. Aksine, tarih boyunca mimarlar diğer disiplinlere ait çeşitli unsurları ödünç almıştır. Ancak, konu bugün mimarların bu unsurları yüzeysel olarak tedarik ediyor olmasıdır. Dolayısıyla eserler tezin ikinci bölümünde geleneksel yaklaşım başlığı altında yer alan yaklaşımlardasöylendiğigibi, diğer disiplinler ile ilişki içerisinde değil, aksine diğer disiplinlerden alınan bazı unsurların bağlantısız biçimsel taklitleri olmaktadır. Bütünleşik tasarım yaklaşımı bu durumun aksine, tasarımcıya alternatif bir aktivite ile ortaya çıkacak sonuçları keşfetmek, tasarımın birçok yönü hakkında alternatif şeyler öğrenmek için fırsat vermektedir. Bununla birlikte, bu yaklaşım özellikle başlangıçta belirli bir zaman gerektirmektedir. Problemin çözümü birçok gereksinimi beraberinde getirmektedir. Daha sonra bu gereksinimleri analizler ile değerlendirilir ve sonrasında kurgulanan sistem birçok değişikliği gerektirebilmektedir. Aslında tüm süreç, tasarımcı sonuçlardan memnun oluncaya dek sürer. Ancak, sürecin genel gereksinimleri ve harcanan zaman daha küçük bağımsız alt prosedürlere parçalı geleneksel bir süreçle kıyaslandığında çok daha azdır.

Bu yaklaşım tasarımcıya, ne iyi tanımlanmış(well-defined) ne hasta tanımlanmış (ill-defined), ne objektif olmalıdır ne subjektif olmalıdır, hangisi bir kısıttır hangisi bir ihtiyaçtır, hangisi çelişkidir hangisi bir arada var olmalıdır sorgulamalarını bir arada yaptırmaktadır. Bunlar tasarımının ayrılmaz birer parçası olduğu gibi, tasarımların yaratıcı ve verimli olan taraflarını da güçlendirmektedir.

KAYNAKLAR

- Alberti, L. B.** (1988). On the Art of Building in Ten Books, trans. Joseph Rykwert, Neil Leach, and Robert Tavernor. *Cambridge, Mass.: MIT Press*, 1, 25.
- Alexander, C.** (1964). *Notes on the Synthesis of Form* (Vol. 5). Harvard University Press.
- Arangarasan, R., & Gadh, R.** (2000). Geometric modeling and collaborative design in a multi-modal multi-sensory virtual environment. *Proceeding of the ASME 2000 Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (pp. 10-13).
- Autodesk, Inc.** (2008). Building Information Modeling for Sustainable Design. Autodesk, Inc. White Paper.
- Azhar, S., Brown, J., & Farooqui, R.** (2009). BIM-based sustainability analysis: An evaluation of building performance analysis software. *Proceedings of the 45th ASC Annual Conference* (Vol. 1, No. 4).
- Barr, S.** (2012). *Experiments in topology*. Courier Corporation.
- Bullen, D.** (2008). Building Performance: Past, Present and Future. *AIA Journal of Architecture*, 94.
- Burry, J., & Burry, M.** (2012). The new mathematics of architecture. *AMC*, 10, 12.
- Cottrell, J. A., Hughes, T. J., & Bazilevs, Y.** (2009). *Isogeometric analysis: toward integration of CAD and FEA*. John Wiley & Sons.
- Davis, H.** (1999). *The culture of building*. Oxford University Press.
- Deb, K.** (2001). Multi-objective optimization using evolutionary algorithms. John Wiley and Sons, Chichester, s:518, İngiltere.
- Darling, D.** (2003). *Encyclopedia of Science*. Topology, Space and Time.
- Demir, Y.** (1996). What CAD means and should mean to a beginner?, In *Proceedings of 3rd International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, Eindhoven University of Technology, Spa, Belçika.
- Demir, Y.** (1997). Applying the Approach instead of Trying to Explain it, *3rd. International Summer School Session: Design Evaluation in Architectural Education- Structures, Design Project and Pedagogy*, EAAE, Drama, Yunanistan.
- Franken, B.** (2003). *Form follows force*, the form finding process for the Dynaform. *Archi-tektur als Markenkommunikation Dynaform und Cube*. G. Brauer. Basel.

- Freiberger, M.** (2007). Perfect buildings: the maths of modern architecture. Plus Magazine.
- Grunke, L.** (2006). Proceedings of the 28th international conference on Software engineering : 849-852, New York, NY, ABD.
- Gwynne, S., E.R. Galea, P.J. Lawrence, ve L. Filippidis.** (2004). “A Review of the Methodologies Used in the Computer Simulation of Evacuation from the Built Environment”, Building and Environment, sayı:34.
- Hensel, M.** (2015).Performance-Oriented Architecture:Rethinking Architectural Design and the Built Environment. Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons.
- Heyman, J.** (1999). The stone skeleton mechanical factory architecture. Madrid : Instituto Juan de Herrera. Cambri dge University Press.
- Kolarevic, B.** (Ed.). (2003). *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. Taylor & Francis.
- Kolarevic, B., & Malkawi, A.** (Eds.). (2005). *Peformative Architecture*. Routledge.
- Kocatürk, T., & Medjdoub, B.** (Eds.). (2011). *Distributed intelligence in design*. Wiley-Blackwell.
- Kriegel, E., & Nies, B.** (2008). Green BIM. Indianapolis: Wiley Publishing, IN.
- Krohn, F.** (Ed.). (1912). *Vitruvii de architectura libri decem*. Walter de Gruyter.
- Larena, A. B.** (2009, May). Shape design methods based on the optimisation of the structure. historical background and application to contemporary architecture. In *Proceedings of the third international congress on construction history*.
- Lynn, G., & Kelly, T.** (2003). Animate Form. Princeton Architectural Press.
- Mau, B.** (2001). *An incomplete manifesto for growth*. Combination Press.
- McNeill, D.** (2005). In search of the global architect: the case of Norman Foster (and Partners). *International journal of urban and regional research*, 29(3), pp. 501-515.
- Meguid, S. A.** (2012). *Integrated computer-aided design of mechanical systems*. Springer Science & Business Media.
- Mitchell, M.** 1996. An Introduction to Genetic Algorithms, the MIT Press.
- Munkres, J. R.** (2000). Topology Prentice Hall. *Upper Saddle River, NJ*.
- Oxman R.** (2008) Performance based Design: Current Practices and Research Issues. *IJAC International Journal of Architectural Computing* Vol. 6 Issue 1 pp. 1-17. (Expanded and modified version of prior paper - emphasizing current practices).
- Oxman, R.** (2007). A Performance-based Model in Digital Design: PERFORMATIVE DESIGN in AEDM. *International Journal of Architecture Engineering Design and Management - Bridging the Gap between Architecture and Engineering Practice*, No. 3, 169 -180
- Oxman, R.** (2007). Theory and design in the first digital age. *Design studies*, 27(3), 229-265.

- Ören, T., Üney, T., & Çölkesen, R.** (2006). Türkiye Bilişim Ansiklopedisi, Papatya Yay. *Eğit. AŞ ve Türkiye Bilişim Vakfı*, 55, 144-162.
- Rahim, A.** (2005). Performativity: Beyond Efficiency and Optimization in Kolarevic B. and Malkawi, A. eds. *Performative Architecture: Beyond Instrumentality*, 201-216.
- Rahim, A.** (2001). Irreducible time: machining possibilities. *Architectural Design*, 71(2), 28-35.
- Rowland, I. D., & Howe, T. N.** (Eds.). (1999). *Vitruvius: 'Ten Books on Architecture'*. Cambridge University Press.
- Sarcar, M., Rao, K. M., & Narayan, K. L.** (2008). *Computer aided design and manufacturing*. PHI Learning Pvt. Ltd..
- Shea, K.** (2000, July). EifForm: a generative structural design system. In *Proceedings of the 2000 ACSA Technology Conference: The Intersection of Design and Technology* (pp. 87-92). Association of Collegiate Schools of Architecture.
- Shea, K., Aish, R., & Gourtovaia, M.** (2005). Towards integrated performance-driven generative design tools. *Automation in Construction*, 14(2), 253-264.
- Shen, Y.** (2009). *Green Design and the City Buildings: The Gherkin*, London.
- Szalapaj, P.** (2001). Parametric propagation of form. *Architecture Week*, 19.
- Van De Straat, R., Shepherd, P., & Winslow, P.** (2011, September). Computation and geometry in structural design and analysis. In *2011 IASS Annual Symposium: IABSE-IASS 2011: Taller, Longer, Lighter*. University of Bath.
- Verb Natures** (2006). Foster and Partners (Francis Aish) 30 St. Mary Axe: Swiss RE Heasquarters, 2006. Syf 50- 53
- Wendland, D.** (2001). Model-based form finding processes: Free forms in structural and architectural design. Universität Stuttgart Fakultät Architektur und Stadtplanung. Institut Darstellen und Gestalten.
- Yanalak, M.** Sayısal Arazi Modellerinde Hacim Hesaplamada En Uygun Enterpolasyon Yönteminin Araştırılması, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 1997, İstanbul.
- Yoo et al** (2010). Next Wave of Digital Innovation: Opportunities and Challenges, Report on the Research Workshop: Digital Challenges in Innovation Research, Institute of Business and Information Technology, Fox School of Business and Administration, Temple University.
- Zitzler, E., & Thiele, L.** (1999). Multiobjective evolutionary algorithms: a comparative case study and the strength Pareto approach. *evolutionary computation, IEEE transactions on*, 3(4), 257-271.
- Oxman, R., & Oxman, R.** (2010). New structuralism: design, engineering and architectural technologies. *Architectural Design*, 80(4), 14-23.

- Url-1** <<http://www.german-design-council.de/designpreise/automotive-brand-contest/2011/online-ausstellung/architecture-events.html>>, alındığı tarih: 23.02.2015.
- Url-2** <<http://automaticoroboticocodificado.masterproyectos.com/wpcontent/uploads/2010/06/14.pdf>>, alındığı tarih: 07.04.2015.
- Url-3** <http://www.sagradafamilia.cat/sf-eng/docs_instit/pdf/estruct_03.pdf>, alındığı tarih: 03.05.2015.
- Url-4** <<http://veredes.es/blog/monumentosde-hormigon-inigo-garcia-odiaga/>>, alındığı tarih: 01.03.2015.
- Url-5** <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/f2/81/79/f2817978de08430d05291d9970fbca93.jpg>>, alındığı tarih: 07.03.2015.
- Url-6** <http://icd.uni-stuttgart.de/icd-imagedb/ICD_EXCURSION_MM_CR291009.jpg>, alındığı tarih: 12.03.2015.
- Url-7** <<http://www.franken-architekten.de/index.php?pagetype=projectdetail&lang=de&cat=-1¶m=overview¶m2=21¶m3=0&>>, alındığı tarih: 23.02.2015.
- Url-8** <http://www.franken-architekten.de/templates/cache/043f0e449ca4f87407ac56ceadb30cbc_156_117.jpg>, alındığı tarih: 25.02.2015.
- Url-9** <http://www.buildingthegherkin.com/pictures/hires/sketch2-Foster_and_Partner.jpg>, alındığı tarih: 25.02.2015.
- Url-10** <https://plus.maths.org/issue42/features/foster/gherkin_wind_web.jpg>, alındığı tarih: 09.08.2015.
- Url-11** <<http://www.bdonline.co.uk/Journals/Graphic/c/e/s/2towers.gif>>, alındığı tarih: 23.05.2015.
- Url-12** <<http://www.itaproject.eu/TTU/images/city-hallanalisi-FEM.jpg>>, alındığı tarih: 23.05.2015.
- Url-13** <<https://aedesign.files.wordpress.com/2010/06/london-city-hall-andrea-gonzalez1.pdf>>, alındığı tarih: 14.06.2015.
- Url-14** <<http://uncube.bncdn.de/magazine/art>>, alındığı tarih: 03.06.2015.
- Url-15** <<http://www.worldarchitecturenews.com/wanmobile/mobile/inspire-me/19128>>, alındığı tarih: 25.10.2015.
- Url-16** <http://www.cs.cf.ac.uk/Dave/Vision_lecture/ambig.gif>, alındığı tarih: 22.10.2015.> ,
- Url-17** <<http://ad009cdnb.archdaily.net/wp-content/uploads/2010/02/1265657076-03mediatic-c9-1595-528x352.jpg>>, alındığı tarih: 01.01.2015.
- Url-18** <<http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2010/03/Media-TIC-Side-Front.jpg>>, alındığı tarih: 22.10.2015.
- Url-19** <<http://diariodesign.com/wp-content/uploads/2011/07/3-Media-TIC.jpg>>, alındığı tarih: 03.11.2015.
- Url-20** <http://parasite.usc.edu/wp-content/uploads/2009/12/117-1775_IMG-e1264310687467.jpg>, alındığı tarih: 30.04.2015.
- Url-21** <<http://buildingindustry.org/bundles/brainforcefrontend/images/uploads/posts/original/images/tmp/634fd1518c0c887bfd48a76e00dcd47b.jpg>>, alındığı tarih: 19.03.2015.
- Url-22** <<http://www-users.york.ac.uk/~dtm3/virtualacoustics.html>>, alındığı tarih: 13.10.2015.

- Url-23** <<http://www.solidworks.com/sw/products/3d-cad/packages.html>>, alındığı tarih: 29.10.2015.
- Url-24** <http://www.3dmax-tutorials.com/_2_Rail_Sweep_Surface.html>, alındığı tarih: 16.09.2015.
- Url-25** <http://karamba3d.com/wp-content/uploads/2012/04/skylink_analysis.jpg>, alındığı tarih: 16. 09.2015.
- Url-26** <<http://www.bu.edu/tech/files/images/streamlines.jpg>>, alındığı tarih: 18. 09.2015.
- Url-27** <<http://www.flow3d.com/wp-content/uploads/2014/04/hqdefault3.jpg>>, alındığı tarih: 21. 09.2015.
- Url-28** <<http://www.solusinc.com/images/basic-pr-front.gif>>, alındığı tarih: 17. 10.2015.
- Url-29** <http://www.arup.com/Projects/Sony_Centre/Sony_Centre_gallery2.aspx, alındığı tarih: 29. 10.2015.
- Url-30** <http://ibois.epfl.ch/files/content/sites/ibois2/files/users/202015/Mechanical_formfinding_TFS/TFBRAIDFEM.png>, alındığı tarih: 17. 10.2015.
- Url-31** <<http://www.ojceu.ir/main/attachments/article/38/J.%20Civil%20Eng.%20Urban,%205%20%281%29%2027-30,%202015.pdf>>, alındığı tarih: 19. 10.2015.
- Url-32** <<http://www.deskeng.com/de/software-analyzes-electromagnetic-compatibility-interference/>>, alındığı tarih: 21. 10.2015.
- Url-33** <<http://www.naturalventilationandpedestriancomfort.com/wp-content/uploads/2014/12/pressure-field-on-building.png>>, alındığı tarih: 02. 11.2015.
- Url-34** <<http://www.architecturalengineering.dk/en/tools.aspx>>, alındığı tarih: 04. 10.2015.
- Url-35** <<http://icd.uni-stuttgart.de/?p=6553>>, alındığı tarih: 26. 10.2015.
- Url-36** <http://www.researchgate.net/profile/Salman_Azhar3/publication/237835268_BIMbased_Sustainability_Analysis_An_Evaluation_of_Building_Performance_Analysis_Software/links/53ee06250cf23733e80b22f0.pdf>, alındığı tarih: 30. 10.2015.
- Url-37** <<http://java.icmc.sc.usp.br/dilvan/thesis.phd/genetic1.gif>>, alındığı tarih: 11. 10.2015.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Benan Şahin
Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya, 10.11.1990
E-Posta : benansahin@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : 2013, ODTÜ, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans : 2015, İTÜ, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari
Tasarımda Bilişim

MESLEKİ DENEYİM:

Aralık 2013-Temmuz 2014 : Araştırma Görevlisi, Gebze Yüksek Teknoloji
Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Bina Bilgisi Anabilim
Dalı
Temmuz 2014-Ağustos 2015 : Araştırma Görevlisi, İstanbul Teknik Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi, Bilişim Anabilim Dalı
Haziran 2012-Eylül 2012 : Stajyer Mimar, Has Mimarlık Ltd.
Haziran 2011-Eylül 2011 : Stajyer Mimar, Esta Construction Russia Ltd.
Haziran 2010-Temmuz 2010 : Stajyer Mimar, İnebolu Evleri Röleve Çalışması,
ODTÜ Mimarlık Bölümü, Restorasyon Anabilim
Dalı.

YAYINLAR:

- **Cekmis,A.&Sahin,B.(2015).** Fuzzy Optimization for Pedestrian Subjective Route Choice. *Proceedings of 4th International Conference on Civil Engineering and Urban Planning*, Beijing, China
- **Sahin,B.&Gul,L.F.(2014).** Understanding Design Practice, A Case of Turkey: How We Really Employ Digital Tools for Everyday Designing? *Proceedings of 2nd International Conference on Architecture and Urban Planning*, Epoka University, Albania.